

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Kenji NISHI, et al.

GAU: 2851

SERIAL NO: 10/781,661

EXAMINER:

FILED: February 20, 2004

FOR: MASK EXCHANGING METHOD AND EXPOSURE APPARATUS



REQUEST FOR PRIORITY

COMMISSIONER FOR PATENTS
ALEXANDRIA, VIRGINIA 22313

SIR:

- ☒ Full benefit of the filing date of U.S. Application Serial Number PCT/JP02/08386, filed August 20, 2002, is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §120.
- ☐ Full benefit of the filing date(s) of U.S. Provisional Application(s) is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119(e):
- | <u>Application No.</u> | <u>Date Filed</u> |
|--|-------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> Applicants claim any right to priority from any earlier filed applications to which they may be entitled pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119, as noted below. | |

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicants claim as priority:

<u>COUNTRY</u>	<u>APPLICATION NUMBER</u>	<u>MONTH/DAY/YEAR</u>
Japan	2001-248797	August 20, 2001

Certified copies of the corresponding Convention Application(s)

- ☒ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee
- ☐ were filed in prior application Serial No. filed
- ☐ were submitted to the International Bureau in PCT Application Number
Receipt of the certified copies by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.
- ☐ (A) Application Serial No.(s) were filed in prior application Serial No. filed ; and
- ☐ (B) Application Serial No.(s)
- ☐ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee

Respectfully Submitted,

OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,
MAIER & NEUSTADT, P.C.

Masayasu Mori

Registration No. 47,301

Joseph A. Scafetta, Jr.
Registration No. 26, 803

Customer Number

22850

Tel. (703) 413-3000
Fax. (703) 413-2220
(OSMMN 05/03)

101781,661

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 1 年 8 月 2 0 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 1 - 2 4 8 7 9 7
Application Number:

(ST. 10/C): [J P 2 0 0 1 - 2 4 8 7 9 7]

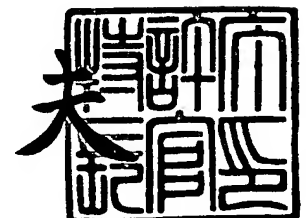
願 人
Applicant(s): 株式会社ニコン
 株式会社仙台ニコン

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2 0 0 4 年 2 月 1 3 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号 出証特 2 0 0 4 - 3 0 0 9 1 7 7

【書類名】 特許願

【整理番号】 00-01517

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 21/027

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内 3 丁目 2 番 3 号 株式会社ニコン
 内

 【氏名】 西 健爾

【発明者】

 【住所又は居所】 宮城県名取市田高字原 2 7 7 番地 株式会社仙台ニコン
 内

 【氏名】 小椋 克信

【発明者】

 【住所又は居所】 宮城県名取市田高字原 2 7 7 番地 株式会社仙台ニコン
 内

 【氏名】 菊地 秀和

【特許出願人】

 【識別番号】 000004112

 【氏名又は名称】 株式会社ニコン

【特許出願人】

 【識別番号】 593152661

 【氏名又は名称】 株式会社仙台ニコン

【代理人】

 【識別番号】 100102901

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 立石 篤司

 【電話番号】 042-739-6625

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 053132

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 露光装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 マスクに形成されたパターンを基板上に転写する露光装置であって、

前記マスクを保持して少なくとも所定の一軸方向に移動可能なマスクステージと；

前記マスクステージに対するマスクの搬入及び前記マスクステージからのマスクの搬出を行うマスク搬送系と；

前記マスクステージが搭載され、前記パターンの転写が行なわれる本体ボディと；

前記本体ボディと分離され、前記マスク搬送系が搭載される搬送系支持架台と；を備える露光装置。

【請求項 2】 前記本体ボディと前記搬送系支持架台との相対位置を計測する計測センサと；

前記計測センサの計測結果を考慮して、前記マスクステージへのマスクの搬入の際の、前記マスクステージと前記マスクとの位置関係を調整する制御装置と；を更に備えることを特徴とする請求項 1 に記載の露光装置。

【請求項 3】 前記マスク搬送系は、前記マスクステージに対してマスクを搬入する搬送アームを有し、

前記マスクステージへ前記マスクを搬入するまでの間に、前記マスクと前記搬送アームとの相対位置を非接触で計測する非接触式位置計測装置と；

前記非接触式位置計測装置の計測結果を考慮して、前記搬送アームによる前記マスクステージへの搬入の際の前記マスクと前記マスクステージとの位置関係を調整する制御装置と；を更に備えることを特徴とする請求項 1 に記載の露光装置。

【請求項 4】 前記本体ボディと前記搬送系支持架台との相対位置を計測する計測センサを更に備え、

前記制御装置は、マスクの搬入の際に、前記計測センサの計測結果を更に考慮

することを特徴とする請求項 3 に記載の露光装置。

【請求項 5】 前記搬送アームは、前記マスクステージに対してマスクを搬入する専用の搬入アームであり、前記マスク搬送系は、前記搬入アームとは独立に、前記マスクステージからマスクを搬出する搬出アームを更に有することを特徴とする請求項 3 又は 4 に記載の露光装置。

【請求項 6】 前記マスクステージとの間で前記搬出アームがマスクの搬出動作を行う搬出位置と、前記搬入アームがマスクの搬入動作を行う搬入位置とが異なる位置に設定され、

前記搬出アームにより前記マスクステージからマスクが搬出される搬出動作と、前記搬入アームによる前記マスクステージに対するマスクの搬入動作との間に、前記マスクステージを前記搬出位置から前記搬入位置まで移動するステージ制御装置を更に備えることを特徴とする請求項 5 に記載の露光装置。

【請求項 7】 マスクに形成されたパターンを基板上に転写する露光装置であって、

前記マスクを保持して少なくとも所定の一軸方向に移動可能なマスクステージと；

前記マスクステージが所定の搬入位置にあるとき、前記マスクステージにマスクを搬入する搬入アームと、該搬入アームとは独立して駆動され、前記マスクステージが前記搬入位置と異なる搬出位置にあるとき、前記マスクステージからマスクを搬出する搬出アームとを有するマスク搬送系と；

前記搬出アームによる前記マスクの搬出動作と、前記搬入アームによるマスクの搬入動作との間に、前記マスクステージを前記搬出位置から前記搬入位置まで移動するステージ制御装置と；を備える露光装置。

【請求項 8】 前記マスクステージへマスクを搬入するまでの間に、前記マスクと前記搬入アームとの相対位置を非接触で計測する非接触式位置計測装置と；

前記非接触式位置計測装置の計測結果を考慮して、前記搬入アームによる前記マスクステージへの搬入の際の前記マスクと前記マスクステージとの位置関係を調整する制御装置と；を更に備えることを特徴とする請求項 7 に記載の露光装置

。

【請求項 9】 前記マスクステージへのマスクの搬入及び前記マスクステージからのマスクの搬出は、

前記各アームと前記マスクステージの水平面内の相対移動と、水平面に直交する方向の相対移動の組み合わせによって行われることを特徴とする請求項 5～8 のいずれか一項に記載の露光装置。

【請求項 10】 前記搬入アーム及び前記搬出アームの少なくとも一方は、水平面内の移動及び水平面に直交する方向の移動が可能であることを特徴とする請求項 9 に記載の露光装置。

【請求項 11】 前記マスクステージから搬出された後のマスクが載置される搬出バッファを更に備えることを特徴とする請求項 1～10 のいずれか一項に記載の露光装置。

【請求項 12】 前記マスクステージに搬入されるマスクが一時的に載置される搬入バッファを更に備えることを特徴とする請求項 1～11 のいずれか一項に記載の露光装置。

【請求項 13】 前記搬入バッファには、機械的にマスクの位置決めを行う位置決め装置が設けられていることを特徴とする請求項 12 に記載の露光装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は露光装置に係り、更に詳しくは、半導体素子、液晶表示素子等を製造するリソグラフィ工程で用いられる露光装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

半導体素子、液晶表示素子等を製造するリソグラフィ工程では、近時における半導体素子等の高集積化、及びウエハ等の基板やマスクあるいはレチクル（以下、「レチクル」と総称する）の大型化などに伴い、スループットを重視する観点から、ステップ・アンド・リピート方式の縮小投影露光装置、あるいはこのステッパを改良したステップ・アンド・スキャン方式の走査型露光装置（いわゆるス

キャニング・ステッパ)などの逐次移動型の投影露光装置が、主として用いられている。

【0003】

例えば従来のスキヤニング・ステッパでは、レチクルを保持するレチクルステージに対しレチクルの搬入及び搬出を行うレチクル搬送機構として、図9に平面図にて示されるような機構が採用されていた。この図9に示されるレチクル搬送機構120は、不図示の上下動・回転機構の駆動軸104と、該駆動軸104の下端部(図9における紙面奥側の端部)に固定されたアーム駆動部102と、該アーム駆動部102の一侧と他側にそれぞれ設けられた各一对のアーム106A、106B、及び108A、108Bとを備えている。このレチクル搬送機構120では、アーム駆動部102と二対のアーム106A、106B、及び108A、108Bとの全体は、前記上下動・回転機構により上下方向(図9における紙面直交方向)及び回転方向に駆動軸104を介して駆動可能となっている。また、アーム106A、106B及びアーム108A、108Bは、アーム駆動部102により開閉されるようになっている。

【0004】

レチクル搬送機構120によるレチクル交換は、大略次のようにして行われる。

【0005】

すなわち、まず、図9に示されるように、待機テーブル110上で、同時開閉動作が可能な位置決めピン112A～112Eから成るレチクル外形アライメント機構により、予め機械的に位置決めされているレチクルR1が、アーム108A、108Bにより吸着保持される。これと並行して、レチクルステージRST上では、レチクルR2がアーム106A、106Bにより吸着保持される。そして、上下動・回転機構を介して、駆動軸104と一体的にアーム駆動部102が所定量上昇駆動される。これによりレチクルR1、R2をそれぞれ保持したアーム108A、108B、106A、106Bが、待機テーブル110、レチクルステージRSTからそれぞれ搬出(アンロード)される。この搬出の直後に、位置決めピン112A～112Eは、図9に示される位置決め位置からそれぞれ外

方に向かって移動する（開方向へ移動する）。

【0006】

次に、レチクルR1がレチクルステージRST上方に、レチクルR2が待機テーブル110上方に位置するように、上下動・回転機構を介して、駆動軸104と一体的にアーム駆動部102が180°回転駆動される。次いで、上下動・回転機構を介して、駆動軸104と一体的にアーム駆動部102が下降することにより、レチクルR1、R2が、レチクルステージRST、待機テーブル110にそれぞれ搬入（ロード）される。

【0007】

次いで、アーム108A、108B及びアーム106A、106Bによるレチクル吸着解除、及びアーム108A、108B及びアーム106A、106Bの開動作が行われる。そして、上下動・回転機構を介して、駆動軸104と一体的にアーム駆動部102が上方へ退避することにより、レチクル交換が終了する。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記従来のレチクル搬送機構120にあつては、待機テーブル110及びレチクルステージRSTからのレチクルの搬出と、待機テーブル110及びレチクルステージRSTに対するレチクルの搬入とが、それぞれ同時に行われる。このため、レチクルステージRSTが、露光位置にある間は、レチクル交換のための準備作業を殆ど行うことができないとともに、待機テーブル110からレチクルステージRSTへのレチクルの搬送（レチクルステージRSTから待機テーブルへのレチクルの搬送）が前述した駆動軸の180°の回転動作により行われるため、その回転の間は、レチクルステージRST側から見ると、完全な待機時間となっている。このレチクルステージの待機時間の発生は、露光処理工程全体のスループットを低下させる一因となっていた。

【0009】

また、レチクル搬送機構120では、前述の如く、レチクルアライメント処理後、待機テーブル110からのレチクルの搬出と、レチクルステージRSTに対する搬入との、合計2回のレチクル受け渡し動作が行われていた。このため、受

け渡しにより発生するレチクルの位置ずれが含まれた状態で、レチクルがレチクルステージに搬入されることとなり、結果的に搬送精度の低下を招いていた。また、この場合において、位置ずれが大きい場合などには、露光前にいわゆるレチクルアライメントを行うに際して、ファインなアライメント動作に先立って、ラフなアライメント（プリアライメント）動作を行う必要が生じたり、レチクルステージの移動可能な範囲（特に非走査方向及び回転方向）の設定によってはその補正が困難となったりする場合も生じ得る。後者の場合には、レチクルのローディングを再度行わなければならない。

【0010】

また、最近では、スループットを向上するとの観点から、2つのウエハステージを用い、一方のウエハステージ側で露光動作が行われている間に、他方のウエハステージ側でウエハ交換及びウエハアライメントを行う、ダブルウエハステージ方式の露光装置も開発されている。この種の露光装置では、レチクルステージ側でレチクルを交換するとき以外は、連続的に露光動作を行うことが必要であり、このため、レチクルを交換するための前準備を露光動作中に行っておくことがスループット向上の観点からは望ましい。しかしながら、前述の如く、従来のレチクル搬送機構120では、レチクルステージRSTが、露光位置にある間は、レチクル交換のための準備作業を殆ど行うことができず、また、図9からも分かるように、レチクルステージRSTとレチクル搬送機構120とは、同一のボディに搭載されていたことから、レチクル交換の前準備において振動が発生し、露光精度を低下させるおそれもあった。従って、従来のレチクル搬送機構は、ダブルウエハステージ方式の露光装置が本来的に有する最大のメリットである高スループットの実現の障害となりかねない。

【0011】

本発明は、かかる事情の下になされたもので、その目的は、特にスループットの向上を図ることが可能な露光装置を提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】

請求項1に記載の発明は、マスク（R）に形成されたパターンを基板（W）上

に転写する露光装置であって、前記マスクを保持して少なくとも所定の一軸方向に移動可能なマスクステージ（R S T）と；前記マスクステージに対するマスクの搬入及び前記マスクステージからのマスクの搬出を行うマスク搬送系（3 2）と；前記マスクステージが搭載され、前記パターンの転写が行なわれる本体ボディ（3 6）と；前記本体ボディと分離され、前記マスク搬送系が搭載される搬送系支持架台（7 5）と；を備える露光装置である。

【0 0 1 3】

これによれば、マスクステージが搭載されパターンの転写（露光）が行われる本体ボディと分離された搬送系支持架台にマスク搬送系が搭載されるとともに、該マスク搬送系により、少なくとも所定の一軸方向に移動可能なマスクステージに対するマスクの搬入及びマスクステージからのマスクの搬出が行われる。すなわち、パターン転写動作中にマスク搬送系が、例えばマスク交換のための準備動作を行ったとしても、そのマスク搬送系の動作が、パターンの転写が行われる本体ボディの振動要因となるおそれはない。従って、パターン転写精度、すなわち露光精度を維持しつつ、露光動作とマスク交換のための準備動作との並行処理により露光動作とマスク交換動作とをシーケンシャルに行う場合に比べてスループットの向上を図ることが可能となる。

【0 0 1 4】

この場合において、請求項 2 に記載の露光装置の如く、前記本体ボディと前記搬送系支持架台との相対位置を計測する計測センサ（S x，S y 1，S y 2）と；前記計測センサの計測結果を考慮して、前記マスクステージへのマスクの搬入の際の、前記マスクステージとマスクとの位置関係を調整する制御装置（5 0）と；を更に備えることとすることができる。

【0 0 1 5】

上記請求項 1 に記載の露光装置において、請求項 3 に記載の露光装置の如く、前記マスク搬送系は、前記マスクステージに対してマスクを搬入する搬送アーム（7 1）を有し、前記マスクステージへ前記マスクを搬入するまでの間に、前記マスクと前記搬送アームとの相対位置を非接触で計測する非接触式位置計測装置（4 5）と；前記非接触式位置計測装置の計測結果を考慮して、前記搬送アーム

による前記マスクステージへの搬入の際の前記マスクと前記マスクステージとの位置関係を調整する制御装置（50）と；を更に備えることとすることができる。

【0016】

この場合において、請求項4に記載の露光装置の如く、前記本体ボディと前記搬送系支持架台との相対位置を計測する計測センサ（ S_x 、 S_{y1} 、 S_{y2} ）を更に備え、前記制御装置は、マスクの搬入の際に、前記計測センサの計測結果を更に考慮することとすることができる。

【0017】

上記請求項3又は4に記載の各露光装置において、請求項5に記載の露光装置の如く、前記搬送アームは、前記マスクステージに対してマスクを搬入する専用の搬入アーム（71）であり、前記マスク搬送系は、前記搬入アームとは独立に、前記マスクステージからマスクを搬出する搬出アーム（73）を更に有することとすることができる。

【0018】

この場合において、請求項6に記載の露光装置の如く、前記マスクステージとの間で前記搬出アームがマスクの搬出動作を行う搬出位置と、前記搬入アームがマスクの搬入動作を行う搬入位置とが異なる位置に設定され、前記搬出アームにより前記マスクステージからマスクが搬出される搬出動作と、前記搬入アームによる前記マスクステージに対するマスクの搬入動作との間に、前記マスクステージを前記搬出位置から前記搬入位置まで移動するステージ制御装置（50）を更に備えることとすることができる。

【0019】

請求項7に記載の発明は、マスク（R）に形成されたパターンを基板（W）上に転写する露光装置であって、前記マスクを保持して少なくとも所定の一軸方向に移動可能なマスクステージ（RST）と；前記マスクステージが所定の搬入位置にあるとき、前記マスクステージにマスクを搬入する搬入アーム（71）と、該搬入アームとは独立して駆動され、前記マスクステージが前記搬入位置と異なる搬出位置にあるとき、前記マスクステージからマスクを搬出する搬出アーム（

7 3) とを有するマスク搬送系 (3 2) と; 前記搬出アームによる前記マスクの搬出動作と、前記搬入アームによるマスクの搬入動作との間に、前記マスクステージを前記搬出位置から前記搬入位置まで移動するステージ制御装置 (5 0) と; を備える露光装置である。

【0 0 2 0】

これによれば、マスクを保持して少なくとも所定の一軸方向に移動可能なマスクステージが、所定の搬出位置にあるときに、マスク搬送系を構成する搬出アームによりマスクステージからマスクが搬出されるが、この搬出シーケンスが終了する前、すなわち搬出アームによりマスクがマスクステージから離間された後の任意の時点で、ステージ制御装置によりマスクステージが前記搬出位置から所定の搬入位置に移動され、該搬入位置において、マスク搬送系を構成する搬入アームによりマスクステージにマスクが搬入される。従って、搬出アームによりマスクがマスクステージから離間されると同時又はその直後にマスクステージが搬入位置まで移動することで、搬出アームが搬出位置から完全に退避するのに先立って、マスクステージに対するマスクの搬入が可能となる。これにより、搬出アームによるマスクステージからのマスクの搬出と、搬入アームによるマスクの搬入との間の空き時間 (前述した従来の待機時間に相当) を短縮することができるので、マスク交換に要する時間の短縮により、スループットの向上を図ることが可能となる。

【0 0 2 1】

この場合において、請求項 8 に記載の露光装置の如く、前記マスクステージへマスクを搬入するまでの間に、前記マスクと前記搬入アームとの相対位置を非接触で計測する非接触式位置計測装置 (4 5) と; 前記非接触式位置計測装置の計測結果を考慮して、前記搬入アームによる前記マスクステージへの搬入の際の前記マスクと前記マスクステージとの位置関係を調整する制御装置 (5 0) と; を更に備えることとすることができる。

【0 0 2 2】

上記請求項 5 ~ 8 に記載の各露光装置において、請求項 9 に記載の露光装置の如く、前記マスクステージへのマスクの搬入及び前記マスクステージからのマス

クの搬出は、前記各アームと前記マスクステージの水平面内の相対移動と、水平面に直交する方向の相対移動の組み合わせによって行われることとすることができる。

【0023】

この場合において、請求項10に記載の露光装置の如く、前記搬入アーム及び前記搬出アームの少なくとも一方は、水平面内の移動及び水平面に直交する方向の移動が可能であることとすることができる。

【0024】

上記請求項1～10に記載の露光装置において、請求項11に記載の露光装置の如く、前記マスクステージから搬出された後のマスクが載置される搬出バッファ(43)を更に備えることとすることができる。

【0025】

上記請求項1～11に記載の露光装置において、請求項12に記載の露光装置の如く、前記マスクステージに搬入されるマスクが一時的に載置される搬入バッファ(25)を更に備えることとすることができる。

【0026】

この場合において、請求項13に記載の露光装置の如く、前記搬入バッファには、機械的にマスクの位置決めを行う位置決め装置(31a～31e)が設けられていることとすることができる。

【0027】

【発明の実施の形態】

＜第1の実施形態＞

以下、本発明の第1の実施形態を図1～図7に基づいて説明する。

【0028】

図1には、第1の実施形態に係る露光装置10が、一部破断して示されている。この露光装置10は、クリーン度がクラス100～1000程度のクリーンルーム内に設置されている。この露光装置10は、内部空間が高度に防塵されるとともに、高精度な温度制御がなされたエンバイロンメンタル・チャンバ12（以下、「本体チャンバ12」と略述する）、該本体チャンバ12内に設置された露

光装置本体 30、該露光装置本体 30 近傍に設けられたレチクル搬送系 32 等を備えている。本体チャンバ 12 の内部は、化学的清浄度もある一定レベルに保たれている。

【0029】

本体チャンバ 12 の-Y 側（図 1 における左側）の端部には、他の部分と比べて低い低段差部が形成されている。この低段差部に、マスクコンテナの搬出入ポート 22 が配置されている。この搬出入ポート 22 を介して後述する天井搬送系によってマスクとしてのレチクルがレチクルキャリア 28 内に収納された状態で本体チャンバ 12 に対して搬入されあるいは搬出される。搬出入ポート 22 のほぼ真上に位置するクリーンルームの天井部には、レチクルをレチクルキャリア内に収納した状態で搬送する OHV (Over Head Vehicle) あるいは OHT (Over Head Transfer) と呼ばれる天井搬送系（以下、「OHV」と呼ぶ）26 の軌道であるガイドレール Hr が X 軸方向に沿って延設（敷設）されている。

【0030】

ここで、レチクルキャリア 28 としては、一例としてレチクルを複数枚上下方向に所定間隔を隔てて収納可能なボトムオープンタイプの密閉型のコンテナである SMIF (Standard Mechanical Interface) ポッドが用いられている。

【0031】

前記露光装置本体 30 は、本体チャンバ 12 外部に設けられた不図示の光源からのパルス紫外光によりレチクル R を照明する照明ユニット ILU、レチクル R を保持するマスクステージとしてのレチクルステージ RST、レチクル R から射出される照明光（パルス紫外光）を基板としてのウエハ W1、W2 上に投射する投影光学系 PL、及びウエハ W1、W2 をそれぞれ保持するウエハステージ WST1、WST2 を備えている。更に、露光装置本体 30 は、レチクルステージ RST、投影光学系 PL、及びウエハステージ WST 等を保持する本体ボディ 36 等を備えている。

【0032】

前記照明ユニット ILU は、例えば特開平 1-259533 号公報（対応米国特許第 5,307,207 号）などに開示されるように、照明系ハウジング 40

と、該照明系ハウジング40内に所定の位置関係で配置された、可変減光器、ビーム整形光学系、オプティカルインテグレータ（フライアイレンズ、内面反射型インテグレータ、あるいは回折光学素子など）、集光光学系、振動ミラー、照明系開口絞り板、リレーレンズ系、レチクルブラインド、メインコンデンサレンズ、ミラー及びレンズ系等を備え、レチクルステージRST上に保持されたレチクルR上の所定の照明領域（X軸方向に直線的に伸びたスリット状又は矩形状の照明領域）を均一な照度分布で照明する。ここで、レチクルRに照射される矩形スリット状の照明光は、図1中の投影光学系PLの円形投影視野の中央にX軸方向（非走査方向）に細長く延びるように設定され、その照明光のY軸方向（走査方向）の幅はほぼ一定に設定されている。

【0033】

前記本体ボディ36は、ベースプレートBP上に設けられた複数本（ここでは4本）の支持部材42及び各支持部材42上部にそれぞれ固定された防振ユニット44を介してほぼ水平に支持された鏡筒定盤46と、この鏡筒定盤46の下面から下方に吊り下げられた吊り下げコラム48と、鏡筒定盤46上に設けられた支持コラム52とを備えている。

【0034】

前記防振ユニット44は、例えば支持部材42それぞれの上部に直列（又は並列）に配置された内圧が調整可能なエアマウントとボイスコイルモータとを含んで構成されている。防振ユニット44によって、ベースプレートBP及び支持部材42を介して鏡筒定盤46に伝わる床面Fからの微振動がマイクロGレベルで絶縁されるようになっている。

【0035】

前記鏡筒定盤46は鋳物等で構成されており、その中央部に平面視円形の開口が形成され、その内部に投影光学系PLがその光軸方向をZ軸方向として上方から挿入されている。投影光学系PLの鏡筒部の外周部には、該鏡筒部に一体化されたフランジFLGが設けられ、該フランジFLGを介して投影光学系PLが鏡筒定盤46に対して取り付けられている。

【0036】

前記吊り下げコラム 48 は、ウエハベース定盤 54 と、該ウエハベース定盤 54 をほぼ水平に吊り下げ支持する 4 本の吊り下げ部材 56 とを備えている。

【0037】

また、支持コラム 52 は、鏡筒定盤 46 の上面に投影光学系 PL を取り囲んで配置された 4 本の脚 58 と、これらの脚 58 によってほぼ水平に支持されたレチクルベース定盤 60 とを備えている。また、鏡筒定盤 46 の上面には、照明ユニット ILU の一部を下方から支持する不図示の支持部材が設けられている。

【0038】

前記レチクルステージ RST は、支持コラム 52 を構成する前記レチクルベース定盤 60 上に配置されている。レチクルステージ RST は、例えばリニアモータ等を含むレチクルステージ駆動系 62 (図 1 では図示せず、図 5 参照) によって駆動され、レチクル R をレチクルベース定盤 60 上で Y 軸方向に大きなストロークで直線駆動するとともに、X 軸方向と θ_z 方向 (Z 軸回りの回転方向) についても微小駆動が可能な構成となっている。

【0039】

前記レチクルステージ RST の XY 面内の位置 (Z 軸回りの回転である θ_z 回転を含む) は、その一部に設けられた移動鏡 79 を介してレチクルベース定盤 60 に固定されたレチクルレーザ干渉計 64 によって 0.5 ~ 1 nm 程度の分解能で検出される。なお、実際には、図 2 に示されるように、レチクルステージ RST 上面の +Y 側端部に一对のコーナーキューブミラーから成る Y 軸移動鏡 79 Y₁, 79 Y₂ が設置され、+X 側端部には平面ミラーから成る X 軸移動鏡 79 X が Y 軸方向に沿って延設されている。また、これらに対応して不図示ではあるが、Y 軸方向の位置計測に用いられる 1 対の Y 軸レーザ干渉計と、X 軸方向の位置計測に用いられる X 軸レーザ干渉計とがそれぞれ設けられている。このように、移動鏡及びレーザ干渉計はともに複数設けられているが、図 1 ではこれらが代表的に移動鏡 79、レチクルレーザ干渉計 64 として図示されている。

【0040】

レチクルレーザ干渉計 64 によって計測されるレチクルステージ RST (即ちレチクル R) の位置情報 (又は速度情報) は主制御装置 50 に送られる (図 5 参

照)。主制御装置 50 は、基本的にはレチクルレーザ干渉計 64 から出力される位置情報（或いは速度情報）が指令値（目標位置、目標速度）と一致するようにレチクルステージ駆動系 62 を制御する。

【0041】

前記投影光学系 PL としては、ここでは、物体面（レチクル R）側と像面（ウエハ W1（又は W2））側の両方がテレセントリックで円形の投影視野を有し、石英やホタル石を光学硝材とした屈折光学素子（レンズ素子）のみから成る 1/4、1/5 又は 1/6 縮小倍率の屈折光学系が使用されている。このため、レチクル R にパルス紫外光が照射されると、レチクル R 上の回路パターン領域のうちのパルス紫外光によって照明された部分からの結像光束が投影光学系 PL に入射し、その回路パターンの部分倒立像がパルス紫外光の各パルス照射の度に投影光学系 PL の像面側の円形視野の中央にスリット状または矩形状（多角形）に制限されて結像される。これにより、投影された回路パターンの部分倒立像は、投影光学系 PL の結像面に配置されたウエハ W1（又は W2）上の複数のショット領域のうちの 1 つのショット領域表面のレジスト層に縮小転写される。

【0042】

前記投影光学系 PL の Y 軸方向の両側には、同じ機能を持ったオフアクシス（off-axis）方式のマーク検出系としての一对のアライメント系 ALG1、ALG2 が、投影光学系 PL の光軸（レチクルパターン像の投影中心とほぼ一致）よりそれぞれ同一距離だけ離れた位置に設置されている。

【0043】

前記アライメント系 ALG1、ALG2 としては、本実施形態では、画像処理方式の結像式アライメントセンサの一種である FIA（Filed Image Alignment）系のアライメントセンサが用いられている。これらのアライメント系 ALG1、ALG2 は、光源（例えばハロゲンランプ）及び結像光学系、検出基準となる指標マークが形成された指標板、及び撮像素子（CCD）等を含んで構成されている。これらのアライメント系 ALG1、ALG2 では、光源からのブロードバンド（広帯域）光により検出対象であるマークを照明し、このマーク近傍からの反射光を結像光学系及び指標を介して CCD で受光する。このとき、マークの像

が指標の像とともにCCDの撮像面に結像される。そして、CCDからの画像信号（撮像信号）に所定の信号処理を施すことにより、検出基準点である指標マークの中心を基準とするマークの位置を計測する。

【0044】

本実施形態では、アライメント系ALG1は、ウエハステージWST1上に保持されたウエハ上のアライメントマーク、不図示の基準マーク板上に形成された基準マークの位置計測等に用いられる。また、アライメント系ALG2は、ウエハステージWST2上に保持されたウエハ上のアライメントマーク及び不図示の基準マーク板上に形成された基準マークの位置計測等に用いられる。

【0045】

前記ウエハステージWST1、WST2は、前述した吊り下げコラム48を構成するウエハベース定盤54上に配置され、例えばリニアモータ等を含むウエハステージ駆動系66（図1では図示せず、図5参照）によってXY面内で自在に駆動されるようになっている。

【0046】

前記ウエハステージWST1、WST2それぞれの上面には、不図示のウエハホルダを介してウエハW1、W2が真空吸着等によって固定されている。また、ウエハステージWST1、WST2の上面には、X軸方向の一侧の端部にY軸方向に延びる平面ミラーから成るX移動鏡が設けられ、Y軸方向の一侧の端部にX軸方向に延びる平面ミラーから成るY移動鏡が設けられているが、図1では代表的に移動鏡70、移動鏡170として図示されている。なお、ウエハステージWST1、WST2の端面を鏡面加工して反射面（上記X移動鏡、Y移動鏡の反射面に相当）を形成しても良い。

【0047】

また、鏡筒定盤46の下側の投影光学系PLのY軸方向両側には、ウエハステージWST1、WST2それぞれのY軸方向位置を検出するためのウエハY軸干渉計72、172が設けられている。また、鏡筒定盤46下側の投影光学系PLの-X側には、ウエハステージWST1、WST2のX軸方向位置を検出するためのウエハX軸干渉計77（図1では不図示、図5参照）が設けられている。こ

れら干渉計 72, 172, 77では、鏡筒定盤 46の上面に配置された不図示のレーザヘッドにて発生したレーザ光を、鏡筒定盤 46内部に設けられたビームスプリッタ、ミラー等から成る不図示のリレー光学系を介して、ウエハステージ WST1, WST2上に設けられた前記移動鏡 70, 170に向けて出射するようになっている。

【0048】

なお、図示は省略されているが、ウエハY軸干渉計 72, 172は、投影光学系 PLの光軸及びアライメント系 ALG1, ALG2の光軸を通過する測長軸を有している。また、ウエハX軸干渉計 77は、ウエハY軸干渉計 72, 172のそれぞれの測長軸と投影光学系 PLの光軸にて垂直に交差する測長軸、アライメント系 ALG1の光軸にて垂直に交差する測長軸、アライメント系 ALG2の光軸にて垂直に交差する測長軸を有している。これにより、投影光学系 PLを用いた露光時、及びアライメント系 ALG1又はALG2を用いたウエハアライメント時のいずれのときにおいても、いわゆるアッペ誤差なくウエハステージ WST1, WST2の位置を計測できるようになっている。

【0049】

前記レチクルキャリア 28は、図1に示されるように、レチクルを上下方向に所定間隔で収納する複数段（例えば6段）の収納棚が一体的に設けられたキャリア本体 74と、このキャリア本体 74に上方から嵌合するカバー 76と、キャリア本体 74の底壁に設けられカバー 76をロックする不図示のロック機構とを備えている。

【0050】

レチクルキャリア 28の構造に対応して、レチクルキャリア 28が搬入される搬出入ポート 22には、レチクルキャリア 28のキャリア本体 74より一回り大きな開口 78が設けられている。

【0051】

開口 78は、通常は、図1に示される開閉装置 80を構成する開閉部材 82によって閉塞されている。この開閉部材 82は、搬出入ポート 22に搬入されるレチクルキャリア 28のキャリア本体 74の底面を真空吸引あるいはメカニカル連

結して係合するとともに、そのキャリア本体 74 に設けられた不図示のロック機構を解除する不図示の係合・ロック解除機構を備えている。

【0052】

開閉装置 80 は、開閉部材 82 と、該開閉部材 82 がその上端面に固定され Z 軸方向を軸方向とする駆動軸 84 と、該駆動軸 84 を上下方向に（Z 軸方向）に駆動する駆動機構 86 とを備えている。この開閉装置 80 では、開閉部材 82 の係合・ロック解除機構により、ロック機構を解除するとともに、キャリア本体 74 を係合した後、開閉部材 82 を下方に所定量移動することにより、本体チャンバ 12 の内部と外部とを隔離した状態で、複数枚のレチクルを保持したキャリア本体 74 をカバー 76 から分離させることができる。この開閉装置 80 は、主制御装置 50 によって制御されるようになっている（図 5 参照）。

【0053】

本体チャンバ 12 内の開閉装置 80 の +Y 側に、多関節ロボット（以下、「ロボット」と略述する）88 が配置されている。このロボット 88 は、伸縮及び X Y 面内での回転が自在のアーム 90 と、このアーム 90 を駆動する駆動部 92 とを備えている。このロボット 88 は、Z 軸方向に延設された支柱ガイド 94 に沿って上下動する X Z 断面が L 字状のスライダ 96 の上面に搭載されている。従って、ロボット 88 のアーム 90 は、伸縮及び X Y 面内での回転に加え、上下動も可能となっている。なお、ロボット 88 の構成等は、後述する搬入装置 39 と同等であるので後述する搬入装置 39 について詳細な説明を行うものとする。また、スライダ 96 の上下動は、該スライダ 96 に一体的に設けられた不図示の可動子と支柱ガイド 94 の内部に Z 軸方向に延設された不図示の固定子とから成る Z 軸リニアモータ 98（図 5 参照）によって行われる。

【0054】

前記支柱ガイド 94 は、図 1 及び図 2 を総合すると分かるように、本体チャンバ 12 内で X 軸方向に延設された X ガイド 100 の上方に配置されている。支柱ガイド 94 は、その下端面に固定されたスライダ 102 と一体的に X ガイド 100 に沿って移動する。すなわち、スライダ 102 には不図示の可動子が設けられており、該可動子とともに X 軸リニアモータ 104（図 5 参照）を構成する不図

示の固定子がXガイド100に設けられている。X軸リニアモータ104によって、支柱ガイド94と一体でロボット88がY軸方向に駆動される。

【0055】

本実施形態では、ロボット88の駆動部92、Z軸リニアモータ98及びX軸リニアモータ104等が、主制御装置50によって制御される（図5参照）。

【0056】

ロボット88と露光装置本体30との間には、マスク搬送系としてのレチクル搬送系32が配設されている。以下、このレチクル搬送系32について図1～図5に基づいて詳述する。

【0057】

このレチクル搬送系32は、図1に示されるように複数の支持部材23と、該支持部材23により水平に支持された平面視（上から見て）略L字状（図2参照）の搬送系支持板21とから構成される搬送系支持架台75上に設けられている。この搬送系支持架台75を構成する搬送系支持板21のレチクルベース定盤60と対向する側壁部分には、図2に示されるように、搬送系支持板21とレチクルベース定盤60とのX軸方向の相対位置を計測するX軸計測センサS_xと、Y軸方向の相対位置を計測するY軸計測センサS_{y1}及びS_{y2}とを備えている。これらのうち、Y軸計測センサS_{y1}及びS_{y2}の両計測値を用いることにより、Z軸回りの回転方向の相対位置も計測することが可能となっている。これら各計測センサの計測値は、主制御装置50により常時モニタされている。

【0058】

レチクル搬送系32は、図2に示されるように搬送系支持板21上の+X側端部近傍に設けられ、レチクルステージRSTに対して搬入されるレチクルが一時的に載置される搬入バッファ25と、該搬入バッファ25の-X側近傍に設けられた非接触式位置計測装置45と、レチクルステージRSTにレチクルを搬入する搬入装置39と、レチクルステージRSTからレチクルを搬出する搬出装置41と、レチクルステージRSTから搬出されたレチクルが一時的に載置される搬出バッファ43とを備えている。

【0059】

前記搬入バッファ 25 は、図 3 の拡大斜視図に示されるように、レチクル R を上面側にて保持する上板部材 27 と、該上板部材 27 の下面の中央に接続された不図示の回転軸を中心に上板部材 27 を回転駆動する回転駆動装置 29 とを備えている。

【0060】

前記上板部材 27 には、図 3 に示されるように、5 つの位置決めピン 31 a ~ 31 e から構成される位置決め装置としての接触式レチクル位置決め装置 131 (図 5 参照) と、3 つのレチクル保持部材 33 a ~ 33 c とが設けられている。

【0061】

前記接触式レチクル位置決め装置 131 を構成する 5 つの位置決めピン 31 a ~ 31 e は、上板部材 27 に形成された 5 つの溝に沿ってそれぞれ移動可能とされている。レチクル R が上板部材 27 上のレチクル保持部材 33 a ~ 33 c 上に載置された直後に、全ての位置決めピン 31 a ~ 31 e は主制御装置 50 (図 5 参照) により制御され図 3 に示される位置 (位置決め位置) に移動してレチクル R のいずれかの端面に当接する。すなわちこのようにして、レチクル R がレチクル保持部材 33 a ~ 33 c 上で機械的に位置決めされる。この位置決めが完了すると、前記レチクル保持部材 33 a ~ 33 c が、例えば真空吸着等によりレチクル R を吸着保持する。このレチクル R の吸着直後に、全ての位置決めピン 31 a ~ 31 e は、主制御装置 50 により制御され、図 3 の位置から上板部材 27 の外縁部側に寄った位置 (位置決め解除位置) に移動する。

【0062】

前記回転駆動装置 29 は、回転モータ等を含み、上板部材 27 を Z 軸回りに少なくとも 90° の範囲で回転駆動可能に構成されている。搬入バッファ 25 ではレチクル R が上板部材 27 上に載置されているときには、上板部材 27 は図 2 に示される状態で待機され、レチクル R が上板部材 27 上に載置されていないときには、主制御装置 50 の指示の下、回転駆動装置 29 により図 2 の状態から矢印 A の方向に 90° 回転された後、その状態で待機するようになっている。

【0063】

前記非接触式位置計測装置 45 は、一対の顕微鏡 37 A, 37 B と該顕微鏡 3

7 A, 37 Bの下側から光を照射する照明装置47とを備えている。この非接触式位置計測装置45によると、レチクルRが後述する搬入装置39を構成する搬入アーム71に保持された状態で顕微鏡37 A, 37 Bと照明装置47との間に移動されると、主制御装置50により照明装置47が制御され、照明装置47によってレチクルRが下方から照明される。これにより、レチクルRに形成された不図示の一对のアライメントマークが顕微鏡37 A, 37 Bにより観察され、この観察結果に基づいて不図示の一对のアライメントマークと顕微鏡37 A, 37 Bそれぞれの検出中心（例えば撮像画面（観察領域）の中心）との位置誤差がアライメント制御装置93（図5参照）により算出され、その算出結果が主制御装置50に送られる。

【0064】

前記搬入装置39は、搬入アーム駆動部67と、該搬入アーム駆動部67により旋回、伸縮及び上下動可能な搬入アーム71とを備える多関節ロボットによって構成されている。搬入アーム71の先端部は搬入ハンド59によって構成されている。

【0065】

搬入ハンド59は、図4（A）に斜視図にて示されるように、右ハンド部49 Aと、左ハンド部49 Bと、これらの左右ハンド49 B, 49 Aの長手方向（図4（A）におけるY軸方向）の一端を支持し、開閉方向（図4（A）におけるX軸方向の相反する方向）に同時に駆動するハンド開閉機構57とを備えている。前記右ハンド部49 Aは、長手方向の一端部がハンド開閉機構57の筐体の+Y側端面に形成された溝57 aの内部に挿入されたハンド本体51 Aと、該ハンド本体51 Aの長手方向中央部近傍の下面に固定されたフック部53 Aと、ハンド本体の長手方向の異端部の下面に固定されたストッパ55 Aとを有している。

【0066】

ハンド本体51 Aは、長手方向の一端部寄りの部分で一旦内側に向けて90°曲折され、その曲折部のさらに端部寄りの部分で再度長手方向に向けて90°折り返されたような形状を有する棒状部材によって構成されている。

【0067】

前記フック部 53A は、ハンド本体 51A の下面に一端（上端）が固定され、その下端部近傍で内側に向けて 90° 曲折された形状の XZ 断面が L 字状の部材によって構成されている。このフック部 53A の下端の曲折部の上面には、不図示のバキュームチャックが設けられている。

【0068】

前記ストッパ 55A は、その上端面がハンド本体 51A の下面に固定され、所定長さで下方に伸び、その下端部に他の部分に比べて断面積が小さく内側に向けて緩やかに曲折された延設部が設けられた全体として棒状の部材によって形成されている。このストッパ 55A の延設部は、フック部 53A の曲折部よりやや上方に位置している。

【0069】

前記左ハンド部 49B は、前記ハンド本体 51A と左右対称の形状を有するハンド本体 51B と、該ハンド本体 51B の下面の長手方向の一端部近傍と他端部近傍にそれぞれ固定された 2 つのフック部 53B、53C と、ハンド本体 51B の長手方向の他端部の下面に固定されたストッパ 55B とを有している。フック部 53B、53C は、フック部 53A と左右対称の形状を有している。フック部 53B、53C の下端の曲折部の上面には、不図示のバキュームチャックがそれぞれ設けられている。ストッパ 55B は、ストッパ 55A と左右対称の形状を有している。

【0070】

このようにして構成された搬入ハンド 59 によると、ハンド開閉機構 57 によって左右ハンドが同時に内側に駆動され、左右ハンド部 49B、49A が閉じられた図 4（A）に示される閉状態、すなわち右ハンド部 49A が図 4（A）における -X 側に寄り、左ハンド部 49B が図 4（A）における +X 側に寄った状態では、レチクル R をフック部 53A～53C の曲折部によって下方から支持するとともに、不図示のバキュームチャックによって吸着保持するようになっている。この保持状態では、レチクル R の一端面（図 4（A）の場合には、+Y 側の端面）が、ストッパ 55A、55B に対向し、その位置ずれが防止され、最悪の場合でもストッパ 55A、55B によってレチクル R が脱落するのが防止されるよ

うになっている。

【0071】

図2に戻り、搬入装置39が配置された位置の所定距離-X側でかつ所定距離+Y側の位置には、搬出装置41が配設されている。この搬出装置41は、搬出アーム駆動部69と、搬出アーム駆動部69によって旋回、伸縮及び上下動可能な搬出アーム73とを備えた多関節ロボットから構成されている。

【0072】

前記搬出アーム73の先端部は搬出ハンド61によって構成されている。この搬出ハンド61は、図4(B)の斜視図に示されるように、ハンド開閉機構65と、このハンド開閉機構65によって長手方向に直交する方向(図4(B)におけるX軸方向)に沿って往復駆動可能な第1可動ハンド部63Bと、ハンド開閉機構65によってその長手方向(図4(B)におけるX軸方向)に沿って往復駆動可能な第2可動ハンド部63Aとを備えている。

【0073】

前記第1可動ハンド部63Bは、その長手方向中央部近傍にて図4(B)の-X方向に突出部が形成された、平面視(上から見て)T字状の形状を有する第1可動ハンド本体97と、該第1可動ハンド本体97の長手方向(図4(B)におけるY軸方向)の中央部の一侧と他側の下面にその上端面が固定された前述したフック部53A~53Cと同様の構成である2つのフック部53E, 53Fと、第1可動ハンド本体97の長手方向の一端と他端の下面に設けられた前述したストッパ55A, 55Bと同様の構成のストッパ55C, 55Dとを備えている。フック部53E, 53Fの下端の曲折部は、ハンド開閉機構65の反対側に向いている。第1可動ハンド本体97は、ハンド開閉機構65の筐体内部にその突出部が挿入され、ハンド開閉機構65により図4(B)のX軸方向に沿って駆動されるようになっている。

【0074】

前記第2可動ハンド部63Aは、前記ハンド開閉機構65の筐体内部にその長手方向(第1可動ハンド本体97の長手方向に直交する方向)の一端が挿入され、ハンド開閉機構65によってその長手方向に沿って駆動されるスライドバー9

5 と、該スライドバー 9 5 の長手方向の他端（図 4（B）における +X 側端）に設けられたフック部 5 3 D とを備えている。フック部 5 3 D は、前述したフック部 5 3 A ～ 5 3 C と同様に構成され、その下端部の曲折部がフック部 5 3 E、5 3 F に対向している。

【0075】

このようにして構成された搬出ハンド 6 1 によると、ハンド開閉機構 6 5 によって第 1、第 2 可動ハンド部 6 3 B、6 3 A が内側に駆動され、第 1、第 2 可動ハンド部 6 3 B、6 3 A とが閉じられた図 4（B）に示される閉状態、すなわち第 1 可動ハンド部 6 3 B が図 4（B）における +X 側に寄り、第 2 可動ハンド部 6 3 A が図 4（B）における -X 側に寄った状態では、レチクル R をフック部 5 3 D ～ 5 3 F の曲折部によって下方から支持するとともに、不図示のバキュームチャックによって吸着保持するようになっている。この保持状態では、レチクル R の両側面（図 4（B）の場合には、-Y 側及び +Y 側の端面）が、ストッパ 5 5 C、5 5 D に対向し、その位置ずれが防止され、最悪の場合でもストッパ 5 5 C、5 5 D によってレチクル R が脱落するのが防止されるようになっている。

【0076】

図 2 に戻り、前記搬出バッファ 4 3 は、搬出装置 4 1 の配置された位置から -Y 側に所定距離隔てて配設され、前記搬出装置 4 1 によりレチクルステージ R S T から搬送されるレチクルが一時的に載置される。この搬出バッファ 4 3 は、例えば、回転テーブルと、該回転テーブル上に設けられた前述の搬入バッファ 2 5 に設けられたレチクル保持部材 3 3 a ～ 3 3 c と同様のレチクル保持部材（不図示）とを含んで構成される。

【0077】

図 5 には、本実施形態の露光装置 1 0 の制御系の構成が簡単に示されている。この制御系は、ワークステーション（又はマイクロコンピュータ）から成る制御装置としての主制御装置 5 0 を中心として構成されている。主制御装置 5 0 は、これまでに説明した各種の制御を行う他、装置全体を統括的に制御する。

【0078】

次に、レチクル搬送系 3 2 等によるレチクルステージ R S T へのレチクルの搬

入及び搬出（レチクル交換）に関する一連の動作について図1，図2及び図6，図7等に基づいて説明する。

【0079】

前提として、レチクルステージRST上にはレチクルR'が載置され、露光装置本体30では、露光動作、すなわちレチクルR'に形成された回路パターンがステップ・アンド・スキャン方式でウエハW1又はW2上の複数のショット領域に順次転写されているものとする。なお、このステップ・アンド・スキャン方式の露光動作は、通常のスキャニング・ステッパと同様にして行われるので、詳細説明は省略する。

【0080】

上記の露光動作中に、所定の手順でレチクル交換の準備作業が行われ、次に露光に用いられるレチクルRが搬入装置39を構成する搬入アーム71先端の搬入ハンド59によって保持され、後述する搬入位置の上方の搬入待機位置に搬送され、その位置で搬送ハンド59が待機している。また、搬出装置41側の搬出ハンド61は、後述する搬出位置の上方の搬出待機位置で待機しているものとする。

【0081】

上記のレチクル交換の準備作業は、以下に説明するa.～h.の手順で行われる。

【0082】

なお、レチクル交換の準備作業が開始される時点では、搬入バッファ25の上板部材27は、図2に示される向きを向いており、その上部のレチクル保持部材33a～33c上にレチクルRが吸着保持されている。このレチクルRは、事前に前述した接触式レチクル位置決め装置131を構成する5つの位置決めピン31a～31eにより、レチクル保持部材33a～33c上で機械的に位置決めが行われ、位置決めピン31a～31eは既に位置決め解除位置に退避しているものとする。

【0083】

a. まず、主制御装置50は、搬入アーム駆動部67を介して搬入装置39の

搬入アーム 71 を旋回及び伸縮させることで、搬入バッファ 25 上方に搬入装置 39 の搬入ハンド 59 を移動する。これにより、レチクル交換の準備作業が開始される。

【0084】

b. 次に、主制御装置 50 は、搬入アーム駆動部 67 を介して搬入アーム 71 を下降駆動して、搬入ハンド 59 の左ハンド部 49 B、右ハンド部 49 A をレチクル保持部材 33 a ~ 33 c 上のレチクル R の外側でかつその下方の位置に移動する。

【0085】

c. 次に、主制御装置 50 は、ハンド開閉機構 57 を介して左右ハンド部 49 B、49 A の前述した閉動作を行うと同時に、レチクル保持部材 33 a ~ 33 c によるレチクル R の吸着保持を解除する。

【0086】

d. 次に、主制御装置 50 は、搬入ハンド 59 のフック部 53 A ~ 53 C にそれぞれ設けられた不図示のバキュームチャックによる真空吸引（バキューム）を開始するとともに搬入アーム 71 の所定量の上昇駆動を行う。この上昇の途中で、搬入ハンド 59 のフック部 53 A ~ 53 C によってレチクル R が下方から支持されると同時に吸着保持される。そして、搬入アーム 71 が更に上昇すると、レチクル R がフック部 53 A ~ 53 C に保持された状態で、搬入バッファ 25 から離間され、搬入バッファ 25 からのレチクル R の搬出が終了する。

【0087】

e. 主制御装置 50 は、上記の搬入バッファ 25 からのレチクル R の搬出が終了したのを確認すると、回転駆動装置 29 を介して搬入バッファ 25 の上板部材 27 を図 2 中の矢印 A 方向に 90° 回転駆動する。その後、上板部材 27 は、ロボット 88 によって次のレチクルが搬送されるまで、その状態で待機することとなる。

【0088】

f. 上記 e. の動作と並行して、主制御装置 50 は、搬入装置 39 の搬入アーム 71 を僅かに縮めて搬入ハンド 59 に保持されたレチクル R を非接触式位置計

測装置 45 を構成する顕微鏡 37A, 37B の下側に位置決めする (図 1 の状態)。このときの搬入ハンド 59 の位置 (XY 面内の回転を含む) は、不図示の計測装置により計測され、該計測結果は主制御装置 50 内の不図示のメモリに格納される。そして、主制御装置 50 では、非接触式位置計測装置 45 を介してレチクル R に形成された不図示の一对のアライメントマークと顕微鏡 37A, 37B それぞれの検出中心 (例えば撮像画面 (観察領域) の中心) との位置誤差を検出する。このときの検出結果は主制御装置 50 内のメモリに格納される。上記の計測結果及び検出結果に基づいて、主制御装置 50 は、搬入ハンド 59 とレチクル R との相対位置 (回転を含む) 情報を求め、その相対位置情報をメモリに格納する。

【0089】

g. その後、主制御装置 50 は、搬入アーム駆動部 67 を介して搬入アーム 71 を旋回及び伸縮駆動し、図 2 に示されるレチクルベース定盤 60 上方の搬入位置上方の搬入待機位置にレチクル R を保持した搬入ハンド 59 を移動する。その後、搬入ハンド 59 は、この位置で待機することとなる。

【0090】

h. 上記の a. ~ g. の動作のいずれかと並行して、主制御装置 50 は、搬出アーム駆動部 69 を介して搬出アーム 73 を旋回、伸縮及び上下動し、図 2 に示される搬出位置上方の搬出待機位置に搬出ハンド 61 を移動する。その後、搬出ハンド 61 は、この位置で待機することとなる。

【0091】

一方、レチクルステージ RST 上に載置されていたレチクル R' を用いた露光動作が終了すると、主制御装置 50 は、その露光終了位置からレチクル R' を保持したレチクルステージ RST を、レチクル搬出位置に向かって -Y 方向に移動する。このレチクルステージ RST の移動は、主制御装置 50 が、レチクル干渉計 64 の計測値に基づいてレチクルステージ駆動系 62 を制御することにより行われる。

【0092】

図 6 (A) には、このレチクルステージ RST の移動中の状態が示されている

。この図6 (A) の状態から、レチクルステージRSTがさらに-Y方向に移動して、図2に示される搬出位置に位置決めされると、次のi. ~ o. のような手順でレチクル交換が行われる。

【0093】

i. まず、主制御装置50は、搬出アーム駆動部69を介して搬出待機位置に待機している搬出ハンド61 (搬出アーム73) を所定量下降駆動した後、ハンド開閉機構65を介した第1, 第2可動ハンド部63B, 63Aの閉動作及びフック部53D~53Fに設けられた不図示のバキュームチャックの真空吸引動作を開始する。これに先立って、主制御装置50は、レチクルステージRSTによるレチクルR' の吸着を解除している。

【0094】

j. 次に、主制御装置50は、搬出アーム73を所定量上方へ駆動する。これにより搬出ハンド61が上昇駆動されるが、この上昇の途中でレチクルR' が搬出ハンド61のフック部53D~53Fにより下方から支持されると同時に真空吸着される。この時点から僅かに搬出ハンド61が上昇すると、レチクルR' が搬出ハンド61によってレチクルステージRSTから離間され、レチクルR' がレチクルステージRSTから搬出ハンド61に受け渡される。図6 (B) には、このレチクルR' の受け渡しが行われる直前の状態が示されている。その後、搬出ハンド61は、主制御装置50により僅かに上昇駆動された後、レチクルステージRSTの上方から退避され、搬出バッファ43に向かって移動されることとなる。すなわち、このようにしてレチクルR' は、レチクルステージRSTから搬出 (アンロード) される。

【0095】

k. 搬出ハンド61が、図6 (C) に示されるようにレチクルステージRSTの-Y方向への移動の邪魔にならない位置まで上昇すると、主制御装置50は、レチクルステージRSTを、搬入位置に位置決めすべく、-Y方向に所定量駆動する。図7 (A) には、レチクルステージRSTがこのようにして駆動され、搬入待機位置で待機している搬入ハンド59下方の搬入位置に位置決めされた状態が示されている。このとき、搬出ハンド61は、主制御装置50により、レチク

ルステージ R S T 上から退避された後は、引き続きレチクル R' を保持して搬出バッファ 43 に向けて駆動される。

【0096】

1. そして、レチクルステージ R S T がレチクル搬入位置に位置決めされると、主制御装置 50 は、レチクルステージ R S T の上面に凸設されたホルダ 91 に設けられた不図示のバキュームチャックによる真空吸引を開始すると同時に、メモリ内に格納されている前述した非接触式位置計測装置 45 の計測結果（搬入ハンド 59 とレチクル R との相対位置情報）及びセンサ S_x, S_{y1}, S_{y2} の計測結果（搬送系支持板 21 とレチクルベース定盤 60 との相対位置情報）に基づいて、レチクル R がレチクルステージ R S T 上に位置ずれ無く載置されるように、搬入ハンド 59 の位置及び回転を制御しつつ、搬入アーム駆動部 67 を介して搬入ハンド 59 を下方に所定量駆動する。この駆動の途中で、搬入ハンド 59 に保持されたレチクル R の下面（パターンが形成された側の面）がレチクルステージ R S T の上面に設けられたホルダ 91 に当接する。そこで、主制御装置 50 では、これに先立って搬入ハンド 59 のフック部 53D～53F によるレチクル R の吸着を解除する。

【0097】

このようにしてレチクル R を保持する搬入ハンド 59 が、レチクル R の下面がホルダ 91 に当接した位置から僅かに下方に移動すると、レチクル R が搬入ハンド 59 からレチクルステージ R S T に受け渡される。図 7（B）には、このレチクル R の受け渡し直前の状態が示されている。

【0098】

m. 上記のレチクル R の受け渡しが行われた後、主制御装置 50 は、図 7（C）に示されるように、搬入ハンド 59 の左右ハンド部 49B、49A の開動作及び搬入アーム 71 の上昇動作を行う。これにより、レチクル R のレチクルステージ R S T への搬入動作（ロード動作）が終了し、主制御装置 50 は、レチクルステージ R S T 上に次のレチクルを搬入するために、搬入ハンド 59 の搬入バッファ 25 への移動を開始する。

【0099】

n. 上記 l. 及び m. の動作の一部と並行して、主制御装置 50 は、搬出ハンド 61 を、図 2 に仮想線（二点鎖線）で示される搬出バッファ 43 上方位置へ移動している。そして、主制御装置 50 は、搬出バッファ 43 上方位置にある搬出ハンド 61 を、搬出アーム駆動部 69 を介して下降駆動し、その途中で搬出ハンド 61 によるレチクル R' の吸着を解除する。そして、搬出ハンド 61 が所定量下降した時点で、レチクル R' が搬出バッファ 43 のレチクル保持部材に当接し、さらに下方に駆動されることにより、レチクル R' がレチクル保持部材に渡される。

【0100】

o. その後、主制御装置 50 は、ハンド開閉機構 65 を介しての第 1, 第 2 可動ハンド部 63 B, 63 A の開動作を行った後、搬出ハンド 61 を、再度レチクル搬出位置に向けて移動する。なお、レチクル R' は、その後、レチクルキャリア 28 に搬送される。

【0101】

ところで、上記の説明では、レチクル交換の準備作業が開始される時点では、レチクル R は既に搬入バッファ 25 の上板部材 27 上に存在するものとしたが、これに先立って、搬出入ポート 22 に搬入されたレチクルキャリア 28 からレチクル R を、搬入バッファ 25 上に搬送する必要がある。

【0102】

以下、このレチクル R の搬送手順について簡略化して説明する。

【0103】

まず、例えば、図 1 に示される OHV 26 によりレチクルを複数枚（例えば 6 枚）収納したレチクルキャリア 28 が搬出入ポート 22 に搬入されると、主制御装置 50 は、このレチクルキャリア 28 の搬出入ポート 22 への搬入を確認し、開閉装置 80 を構成する駆動機構 86 を介して駆動軸 84 を所定量上方に駆動し、開閉部材 82 をレチクルキャリア 28 のキャリア本体 74 に係合させるとともに、係合・ロック解除機構によりレチクルキャリア 28 のロック機構を解除する。そして、主制御装置 50 は、駆動機構 86 を介して駆動軸 84 を所定量下方に駆動する。これにより、キャリア本体 74 を係合した開閉部材 82 が駆動軸 84

と一体で下方に所定量移動し、本体チャンバ12の内部と外部とを隔離した状態で、複数枚のレチクルを保持したキャリア本体74がカバー76から分離される。図1には、このキャリア本体74がカバー76から分離した状態が示されている。このとき、ロボット88は、開閉装置80にほぼ対向する位置で待機している。従って、以後は、いつでもレチクルキャリア内のレチクルを搬入バッファ25上に搬送することが可能となる。

【0104】

レチクルキャリア内のレチクルを搬入バッファ25上に搬送するに際し、主制御装置50は、まず、ロボット88の駆動部92を介してアーム90をキャリア本体74の例えば最下段の収納棚に保持されたレチクルRの下方に挿入した後、アーム90のバキュームチャックによる真空吸引を開始すると同時にロボット88を僅かに上昇駆動する。これにより、アーム90によってレチクルRが下方から支持されるとともに吸着保持される。

【0105】

次に、主制御装置50は、駆動部92を介してアーム90を縮めて、レチクルRをキャリア本体74から取り出した後、ロボット88を図1の仮想線88'で示される位置の近傍まで上昇駆動する。このとき、搬入バッファ25上にレチクルは載置されていないので、搬入バッファ25は、図2に示される状態から矢印A方向に90°回転した状態で待機している。

【0106】

そこで、主制御装置50は、この待機中の搬入バッファ25の上方にレチクルRを保持したロボット88のアーム90を移動した後、所定量下降駆動する。この下降の途中でレチクルRが搬入バッファ25に受け渡されることとなるが、これに先立って主制御装置50は、アーム90によるレチクルRの吸着を解除する。そして、アーム90が所定量下降してレチクルRがアーム90から上板部材27上のレチクル保持部材33a～33cに受け渡された後、主制御装置50は、ロボット88のアーム90先端の左右両ハンドの開動作を行った後、搬入バッファ25からロボット88を退避させる。その後、主制御装置50の制御下で、上板部材27の図2矢印B方向への90°回転、及び位置決めピン31a～31e

機械的な位置決めが行われることとなる。

【0 1 0 7】

一方、レチクル R の次に露光に用いられるレチクル、更にその次のレチクルをレチクルステージ R S T 上に搬入する際には、レチクル R を搬出バッファ 4 3 上に搬入する必要がある、そのためにはそれに先立ってレチクル R' をキャリア本体 7 4 内に戻す必要がある。そのため、主制御装置 5 0 は、ロボット 8 8 を用いて上述した搬入バッファ 2 5 への搬送の際とはほぼ逆の手順で、搬出バッファ 4 3 から使用済みのレチクル R' を、キャリア本体 7 4 に向けて搬送し、キャリア本体 7 4 のレチクルが収納されていない収納段にそのレチクルを搬入するようになっている。

【0 1 0 8】

本実施形態の露光装置 1 0 では、上述の如くして、レチクル交換が行われ、その際レチクル R のレチクルステージ R S T 上へのロードが行われるが、その後、以下のような動作が行われる。

【0 1 0 9】

すなわち、主制御装置 5 0 は、レチクル R がロードされた直後（図 7（C）の直後）に、レチクルステージ R S T を + Y 方向に駆動して投影光学系 P L の上方へ移動する。

【0 1 1 0】

次に、主制御装置 5 0 では、オペレータの指示に応じて一方のウエハステージ（例えばウエハステージ W S T 1）上のウエハ W 1 の各ショット領域を適正露光量（目標露光量）で走査露光するための各種の露光条件を設定する。

【0 1 1 1】

次いで、主制御装置 5 0 では、不図示のレチクル顕微鏡及びアライメント系 A L G 1（及び A L G 2）を用いたレチクルアライメント並びにアライメント系 A L G 1（及び A L G 2）のベースライン計測等を所定の手順で行い、その後、例えばアライメント系 A L G 1 を用いてウエハ W 1 のファインアライメント（例えば E G A（エンハンスド・グローバル・アライメント）等）を行って、ウエハ W 1 上の複数のショット領域の配列座標を求める。

【0112】

このようにして、ウエハW1の露光のための準備動作が終了すると、主制御装置50では、アライメント結果に基づいてステップ・アンド・スキャン方式でレチクルRのパターンをウエハW1上の各ショット領域に転写する。

【0113】

上記のウエハW1に対する露光動作が行われているのと並行して、主制御装置50では、他方のウエハステージWST2上でウエハ交換及びアライメント系ALG2を用いたファインアライメントを実行し、ウエハステージWST2を待機させる。なお、前述のアライメント系ALG2のベースライン計測をファインアライメントの直前で実行しても良い。

【0114】

そして、ウエハステージWST1上のウエハW1に対するパターン転写が終了すると、主制御装置50では、ウエハステージWST1をウエハ交換位置に移動するとともに、ウエハステージWST2を投影光学系PLの下方に移動してウエハステージWST2上のウエハW2に対して露光を行う。勿論、この露光中に、ウエハステージWST1上では、ウエハ交換、ウエハアライメントが行われる。

【0115】

そして、レチクル交換の必要性が生じた場合に、上記の如くして、投影光学系PLの下方で、連続的にウエハに対する露光動作が行われるのと並行して、前述したレチクル交換のための準備作業が行われることとなる。

【0116】

これまでの説明から明らかなように、本実施形態では、主制御装置50によって制御装置及びステージ制御装置が構成されている。しかし、これに限らず、制御装置及びステージ制御装置を主制御装置50とは別に設けたコントローラによって構成しても良く、さらにはそれぞれを別々のハードウェアによって構成しても勿論良い。

【0117】

以上説明したように、本実施形態の露光装置10によると、レチクルステージRSTが搭載されパターンの転写（露光）が行われる露光装置本体30を構成す

る本体ボディ 3 6 と分離された搬送系支持架台 7 5 にレチクル搬送系 3 2 が搭載されるとともに、該レチクル搬送系 3 2 により、レチクルステージ R S T に対するレチクルの搬入及びレチクルステージ R S T からのレチクルの搬出が行われる。このため、本体ボディ 3 6 を含む露光装置本体 3 0 側でパターンの転写動作、すなわち露光動作が行われている間に、レチクル搬送系 3 2 が前述したレチクル交換のための準備動作を行ったとしても、そのレチクル搬送系 3 2 の動作が、本体ボディ 3 6 の振動要因となるおそれはない。従って、パターン転写精度、すなわち露光精度を維持しつつ、露光動作とレチクル交換のための準備動作との並行処理により露光動作とレチクル交換動作とをシーケンシャルに行う場合に比べてスループットの向上を図ることができる。

【0 1 1 8】

また、本実施形態の露光装置 1 0 によると、本体ボディ 3 6 と搬送系支持架台 7 5 との相対位置を計測する計測センサ S_x 、 S_{y1} 、 S_{y2} と、レチクルステージ R S T へレチクルを搬入するまでの間に、レチクルと搬入アーム 7 1（より正確には搬入ハンド 5 9）との相対位置（ θ_z 回転を含む）を非接触で計測する非接触式位置計測装置 4 5 とが設けられている。そして、主制御装置 5 0 が、計測センサ S_x 、 S_{y1} 、 S_{y2} の計測結果及び非接触式位置計測装置 4 5 の計測結果を考慮して、レチクルステージ R S T へのレチクルの搬入の際の、レチクルステージとレチクルとの位置関係を調整するようになっている。このため、上述の如く、レチクル搬送系 3 2 の動作が本体ボディ 3 6 の振動要因となるのを防止するため、レチクル搬送系 3 2 と本体ボディ 3 6 とを分離しているにもかかわらず、本体ボディ 3 6 と搬送系支持架台 7 5 との位置関係が変動しても、これに影響を受けることなく、しかも非接触式位置計測装置 4 5 によるレチクルと搬入アーム 7 1（より正確には搬送ハンド 5 9）との相対位置の計測、すなわちレチクルのプリアライメント結果に基づいて、レチクルを位置ずれなくレチクルステージ R S T 上の所望の位置に搬入することができる。また、非接触式位置計測装置 4 5 によるレチクルのプリアライメント後に、レチクルをレチクルステージ R S T に直接搬入する、すなわちプリアライメント後に、レチクルの受け渡しが行われないので、受け渡しに伴うレチクルの位置ずれの発生を効果的に抑

制することができる。従って、レチクルをレチクルステージに搬入する際のレチクルとレチクルステージ R S T との位置ずれをほぼ完全に解消することが可能である。

【0119】

また、本実施形態の露光装置 10 によると、レチクル搬送系 32 がレチクルをレチクルステージ R S T に対して搬入する専用の搬入アーム 71 と、該搬入アーム 71 とは独立に、レチクルステージ R S T からレチクルを搬出する搬出アーム 73 とを備えている。そして、レチクル交換に際しては、主制御装置 50 の制御下で、次のような交換シーケンスが実行される。すなわち、レチクルを保持するレチクルステージ R S T が、所定の搬出位置にあるときに、搬出アーム 73 によりレチクルがレチクルステージ R S T から離間され、その離間後の任意の時点、例えば離間されると同時又はその直後に、レチクルステージ R S T が搬出位置から所定の搬入位置に移動され、この搬入位置で、搬出アーム 73 が搬出位置から完全に退避するのに先立って、搬入アーム 71 によりレチクルステージ R S T に対しレチクルが搬入される。従って、搬出アーム 73 によるレチクルステージ R S T からのレチクルの搬出と搬入アーム 71 によるレチクルの搬入との間の空き時間（前述した従来の待機時間に相当）の短縮により、レチクル交換に要する時間が短縮されるので、この点においてもスループットの向上を図ることが可能となっている。

【0120】

更に、本実施形態の露光装置 10 によると、上記の種々の効果とあいまって、2つのウェハステージ W S T 1、W S T 2 上における同時並行処理により、高スループットを実現できる。

【0121】

なお、上記実施形態では、露光装置が、本体ボディ 36 と搬送系支持架台 75 との相対位置を計測する計測センサ S_x 、 S_{y1} 、 S_{y2} と、レチクルと搬入アーム 71 との相対位置（ θ_z 回転を含む）を非接触で計測する非接触式位置計測装置 45 とを同時に備える場合について説明したが、本発明がこれに限定されるものではない。すなわち、本発明の露光装置は、本体ボディ 36 と搬送系支持架

台 75 との相対位置を計測する計測センサのみを備えていても良い。かかる場合であっても、制御装置が計測センサの計測値を考慮して、搬入時のマスク（レチクル）とマスクステージとの位置関係を調整することにより、マスク搬送系と本体ボディとを分離してマスク搬送系の動作が本体ボディの振動要因となるのを防止し、かつ本体ボディと搬送系支持架台との位置関係の変動に影響を受けることのない精度良いマスクのマスクステージへの搬入が可能となる。本体ボディと搬送系支持架台との位置変動を後に修正する場合などには、計測センサも設ける必要はない。かかる場合であっても、マスク搬送系の動作が本体ボディの振動要因となるのを防止できるので、露光中のマスク交換の準備作業が可能となる。

【0122】

あるいは、本発明の露光装置は、計測センサを備えることなく、上記の非接触式位置計測装置のみを備えていても良い。かかる場合であっても、プリアライメント後のマスクの受け渡し回数の削減により、受け渡しに伴うマスクの位置ずれの発生を効果的に抑制できる。

【0123】

また、上記実施形態では、レチクル搬送系 32 が搬入アーム 71 と搬出アーム 73 とをそれぞれ備えている場合について説明したが、本発明がこれに限定されるものではない。例えば、搬入・搬出いずれをも行う搬送アームのみをマスク搬送系が備えていても良い。かかる場合であっても、本体ボディと搬送系支持架台とを分離することにより、マスク搬送系の動作が本体ボディの振動要因となるのを防止することができ、かつ露光動作と並行してマスク交換の準備動作を予め行うことは可能である。

【0124】

また、上記実施形態では、本体ボディと搬送系支持架台とが分離されている場合について説明したが、これに限らず、マスク搬送系が本体ボディ上に搭載されていても良い。かかる場合であっても、マスクを保持するマスクステージが、搬出位置にあるときに、搬出アームによりマスクを保持してマスクステージから離間させ、それと同時に又はその直後に、マスクステージを搬出位置から搬入位置に移動して、この搬入位置で搬入アームによりマスクステージに対しマスクを搬入

するという上述のマスク交換シーケンスを採用することにより、搬出アームによるマスクステージからのマスクの搬出と、搬入アームによるマスクの搬入との間の空き時間を短縮することができるので、マスク交換時間を短縮することが可能である。

【0 1 2 5】

また、マスク搬送系が本体ボディ上に搭載されている場合であっても、上記の非接触式位置計測装置を備えていれば、プリアライメント後のマスクの受け渡し回数の削減により、受け渡しに伴うマスクの位置ずれの発生を効果的に抑制できる。

【0 1 2 6】

また、上記実施形態では、搬入アーム及び搬出アームとして多関節ロボットのアームを用いることとしたが、これは、アームの可動範囲内であれば、任意の位置に搬入バッファ、搬出バッファ、あるいはレチクルステージなどを配置でき、これらの配置の自由度が高いことを考慮したものである。しかしながら、マスク搬送系の各部のレイアウトによっては、例えば、レールに沿って水平面内の一方向に移動するとともに、上下方向にも移動可能な直進型の搬送系を用いても良いし、多関節ロボットと直進型搬送系とを併用しても良い。

【0 1 2 7】

なお、上記実施形態では、レチクルステージ R S T にレチクルを搬入したり、レチクルステージ R S T からレチクルを搬出したりする場合には、搬入アーム及び搬出アームを上下動することとしたが、これに限らず、レチクルの受け渡しを行うためにはレチクルステージ R S T のレチクルが載置される部分と各アームとが上下方向に相対移動すれば良い。すなわち、実際に上下動するのはレチクルステージ、各アームのいずれでも良い。この場合、レチクルステージ自体を上下するのみならず、例えばレチクルステージのレチクルホルダを上下動しても良い。

【0 1 2 8】

また、上記実施形態では、搬入バッファ及び搬出バッファを別々に備える場合について説明したが、これに限らず、複数枚のレチクルをストック可能でかつ出し入れが可能なバッファを搬入・搬出の共通のバッファとして用いることも可能

である。勿論、搬入バッファ、搬出バッファそれぞれを複数枚のレチクルをストック可能なバッファとすることも可能である。更に、図1、図2でキャリア本体74と搬入バッファ25又は搬出バッファ43との間に、複数枚のレチクルを収納可能な保管棚を配置しても良く、この場合は複数のレチクルキャリア28にそれぞれ収納されたレチクルをその保管棚に一括して収納できる。このため、例えば1つのレチクルキャリアに収納可能な枚数を超える数のレチクルを用いる必要があるデバイス製造工程では保管棚に必要な枚数のレチクルを一括して収納することにより、レチクルの交換時間が短縮でき、スループットの向上を図ることが可能となる。

【0129】

なお、上記実施形態では、レチクルキャリアとしてSMIFのマルチポッド（6枚用）を用いる場合について説明したが、これに限らず、シングルポッド（1枚用）を用いても良く、あるいはフロント・オープニング・ユニファイド・ポッド（FOUP）タイプのレチクルキャリア（マスクコンテナ）を用いても良い。

【0130】

また、上記実施形態のレチクルを搬送する搬送系の構成は一例であって、これに限らず、任意の構成を採用することができる。例えば、ロボット88及び搬入バッファ25を設けることなく、キャリア本体74とレチクルステージRSTとの間でレチクルを搬送する搬送系を採用することも可能である。また、OHVを必ずしも用いる必要はなく、オペレータが手作業にてレチクル交換を行うようにすることも可能である。

【0131】

また、上記実施形態では、単一のレチクルステージRSTを備える場合について説明したが、本発明の露光装置は、独立に移動可能なレチクル（マスク）ステージを2つ備えていても良い。かかる場合には、前述したレチクル（マスク）搬送系32を、それぞれのレチクルステージ毎に設けても良い。この場合、それぞれのレチクルステージに対する搬出位置、搬入位置は、投影光学系を介して走査方向の相互に反対側に設定することが望ましい。このようにすると、露光動作中に、いずれの搬送系でもレチクル交換の準備作業を行うことにより、露光動作の

終了後に直ちにいずれのレチクルステージに対しても、前述した交換シーケンスで迅速なレチクル交換が可能となる。また、一方のレチクルステージの移動動作が他方のレチクルステージ、あるいは本体ボディの振動要因となるのを防止するために、適宜な反力キャンセル機構を併せて採用する場合には、一方のレチクルステージ上のレチクルを用いて露光動作が行われている間に、他方のレチクルステージ上では前述したレチクル交換を行うことも可能となる。

【0 1 3 2】

また、上記実施形態の説明では、特に説明しなかったが、レチクルステージ R S T のような 1 枚のレチクルのみを載置可能なレチクルステージを用いる場合、露光が行われる投影光学系 P L の上方の位置と、レチクル交換が行われる搬出位置、搬入位置との距離、あるいは搬出位置と搬入位置との距離の設定によっては、それらの位置間での移動中に、レチクルステージ R S T の非走査方向の位置を計測する干渉計の切り替えが必要となり、上記実施形態の露光装置 1 0 でも、主制御装置 5 0 によりかかる干渉計の切り替えを行う構成とすることが望ましい。しかし、このようにすると、レチクルステージの位置を計測する干渉計システムを新たに構築する必要があるとともに、上記の干渉計の切り替えに伴って制御系の構成が複雑になる。かかる点に鑑みてなされたのが、次の第 2 の実施形態である。

【0 1 3 3】

《第 2 の実施形態》

次に、本発明の第 2 の実施形態に係る露光装置について、図 8 に基づいて説明する。ここで、前述した第 1 の実施形態と同一若しくは同等の構成部分については同一の符号を用いるとともに、その説明を簡略化し若しくは省略するものとする。本第 2 の実施形態の露光装置は、前述した第 1 の実施形態の露光装置 1 0 におけるレチクルステージ R S T に代えて、同時に 2 枚のレチクルを載置可能なダブルレチクルホルダ方式のレチクルステージが採用されるとともに、これに伴って、レチクル交換の際の動作の一部、及び露光動作の一部が前述した第 1 の実施形態と異なるのみで、その他は前述した第 1 の実施形態と同様となっている。そこで、以下においては、かかる相違点を中心として説明する。

【0 1 3 4】

図 8 には、第 2 の実施形態の露光装置におけるレチクルステージ R S T'、及びレチクル搬送系 3 2 が平面図にて示されている。この図 8 に示されるように、本第 2 の実施形態では、マスクとしてのレチクル R 1 とレチクル R 2 とを同時に載置可能なダブルレチクルホルダ方式のレチクル R S T' が前述した支持コラム 5 2 を構成するレチクルベース定盤 6 0 上に配置されている。

【0 1 3 5】

レチクルステージ R S T' の上面の - X 側の端部には、前述した X 軸移動鏡 7 9 X の約 2 倍の長さの X 軸移動鏡 7 9 X' が Y 軸方向に延設されている。このため、露光が行われる投影光学系 P L の上方の位置と、搬出位置、搬入位置との間でレチクルステージ R S T' が Y 軸方向に沿って移動しても、レチクルレーザ干渉計 6 4 を構成する X 軸レーザ干渉計からの測長ビームが常時移動鏡に照射されるようになっている。このため、上述した干渉計の切り換えは不要である。

【0 1 3 6】

また、前述した図 2 とこの図 8 とを比較すると明らかなように、本第 2 の実施形態の露光装置では、マスク搬送系として、前述した第 1 の実施形態と同一のレチクル搬送系 3 2 が採用されている。これは、レチクル搬送系 3 2 では、搬入アーム 7 1 及び搬出アーム 7 3 として多関節ロボットのアームが用いられていることから、これらのアーム 7 1、7 3 の可動範囲内であれば、任意の位置に搬入バッファ 2 5、搬出バッファ 3 2 を配置できるとともに、レチクルステージのレイアウトを変更しても特に支障が生じないため、レチクル搬送系 3 2 をそのまま採用したものである。

【0 1 3 7】

本第 2 の実施形態では、レチクル交換に際して、- Y 側（図 8 における左側）の不図示のレチクルホルダ上でのレチクル交換は、前述した第 1 の実施形態と同様の手順で行われるが、これに続いて行われる + Y 側（図 8 における右側）の不図示のレチクルホルダ上でのレチクル交換は、レチクルステージ R S T' が - Y 側レチクルホルダ上へのレチクルの搬入位置に静止したままで行われる。すなわち、上記搬入位置に静止したレチクルステージ R S T' 上の + Y 側のホルダから

搬出アーム 7 3 によってレチクル R 2 が搬出された後、搬入アーム 7 1 によって次のレチクルが搬入される。

【 0 1 3 8 】

これに先立って、－Y 側のレチクルホルダ上へ新たなレチクルを搬入した後、搬入アーム 7 1 は、直ちに新たなレチクルを搬入バッファ 2 5 から搬出しておく必要がある。勿論、上記の新たなレチクルは、ロボット 8 8 によりキャリア本体 7 4 から搬入バッファ 2 5 に搬入され、搬入後に直ちに前述した機械式位置決め装置 1 3 1、及び非接触式位置計測装置 4 5 によるプリアライメントが行われている。

【 0 1 3 9 】

その他のレチクル交換時の動作手順は、第 1 の実施形態と同様である。

【 0 1 4 0 】

また、露光工程全体について説明すると、本第 2 の実施形態においても、前述した第 1 の実施形態と同様に、レチクル交換後、各種露光条件の設定、レチクルアライメント並びにアライメント系 A L G 1（及び A L G 2）のベースライン計測等が所定の手順で行われ、その後、例えばアライメント系 A L G 1 を用いてウエハ W 1 のファインアライメントが行われる。このようなウエハ W 1 の露光のための準備動作の後、アライメント結果に基づいてステップ・アンド・スキャン方式でレチクル R 1 のパターンがウエハ W 1 上の各ショット領域に転写される。

【 0 1 4 1 】

これに引き続き、レチクルステージ R S T' が移動され、レチクル R 2 のパターンがウエハ W 1 の既にレチクル R 1 のパターンが転写されている各ショット領域に重ねて転写される。すなわち、このようにしてウエハ W 1 上の各ショット領域に対して二重露光が行われる。

【 0 1 4 2 】

上記のウエハ W 1 に対する二重露光動作が行われているのと並行して、他方のウエハステージ W S T 2 上でウエハ交換及びアライメント系 A L G 2 を用いたファインアライメントが行われ、ウエハステージ W S T 2 が待機状態となる。

【 0 1 4 3 】

そして、ウエハステージWST1上のウエハW1に対するレチクルR2のパターン転写が終了すると、ウエハステージWST1がウエハ交換位置に移動されるとともに、ウエハステージWST2が投影光学系PLの下方に移動されウエハステージWST2上のウエハに対して前述と同様の二重露光（但し、この場合、レチクルR2、R1の順にパターンが転写される）が行われる。勿論、この露光中に、ウエハステージWST1上では、ウエハ交換、ウエハアライメントが行われる。

【0144】

以上説明した本第2の実施形態の露光装置によると、前述した第1の実施形態と同等の効果を得ることができる他、2枚のレチクルを用いて二重露光が行われることから、解像度とDOF（焦点深度）の向上効果が得られ、より高精度な露光が実現されるという効果がある。

【0145】

なお、上記各実施形態では本体チャンバ12内に露光装置本体30とレチクル搬送系32とを収納するものとしたが、例えば本体チャンバ12を仕切って露光装置本体30とレチクル搬送系32とを異なる空間に配置しても良いし、露光装置本体30とレチクル搬送系32とを異なるチャンバに配置して接続しても良い。

【0146】

なお、上記各実施形態では、本発明が、2つのウエハステージ上での並行処理により高スループットを実現するダブルウエハステージタイプのスキヤニング・ステッパに適用された場合について説明したが、これに限らず、シングルウエハステージタイプのスキヤニング・ステッパは勿論、マスクと基板とを静止した状態でマスクのパターンを基板に転写するとともに、基板を順次ステップ移動させるステップ・アンド・リピート型の露光装置にも、本発明は好適に適用できる。また、本発明は、投影光学系を用いることなくマスクと基板とを密接させてマスクのパターンを基板に転写するプロキシミティ露光装置にも適用することができる。

【0147】

露光装置の用途としては半導体製造用の露光装置に限定されることなく、例えば、角型のガラスプレートに液晶表示素子パターンを露光する液晶用の露光装置や、薄膜磁気ヘッドを製造するための露光装置にも広く適用できる。

【0148】

本発明の露光装置では、KrFエキシマレーザ（248nm）、ArFエキシマレーザ（193nm）のみならず、超高圧水銀ランプを光源として用いても良い。この場合、g線（436nm）、i線（365nm）等の輝線を露光用照明光として用いれば良い。また、光源としてF₂レーザ（157nm）等を用いることも可能である。

【0149】

また、投影光学系の倍率は縮小系のみならず等倍および拡大系のいずれでも良い。また、投影光学系として屈折系に限らず、反射屈折系又は反射系の光学系を用いることは可能である。

【0150】

半導体デバイスは、デバイスの機能・性能設計を行うステップ、この設計ステップに基づいたレチクルを製作するステップ、シリコン材料からウエハを製作するステップ、前述した実施形態の露光装置によりレチクルのパターンをウエハに転写するステップ、デバイス組み立てステップ（ダイシング工程、ボンディング工程、パッケージ工程を含む）、検査ステップ等を経て製造される。

【0151】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明の露光装置によれば、スループットの向上を図ることができるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の第1の実施形態にかかる露光装置の概略構成を示す図である。

【図2】

レチクル搬送系及びその周辺を示す平面図である。

【図3】

搬入バッファを取り出して示す斜視図である。

【図 4】

図 4 (A) は、搬入ハンドを示す斜視図であり、図 4 (B) は、搬出ハンドを示す斜視図である。

【図 5】

第 1 実施形態の制御系を示すブロック図である。

【図 6】

図 6 (A) ～図 6 (C) は、レチクルステージに対するレチクルの搬入及びレチクルステージからのレチクルの搬出の方法を説明するための図 (その 1) である。

【図 7】

図 7 (A) ～図 7 (C) は、レチクルステージに対するレチクルの搬入及びレチクルステージからのレチクルの搬出の方法を説明するための図 (その 2) である。

【図 8】

第 2 の実施形態の露光装置におけるレチクルステージ及びレチクル搬送系を示す平面図である。

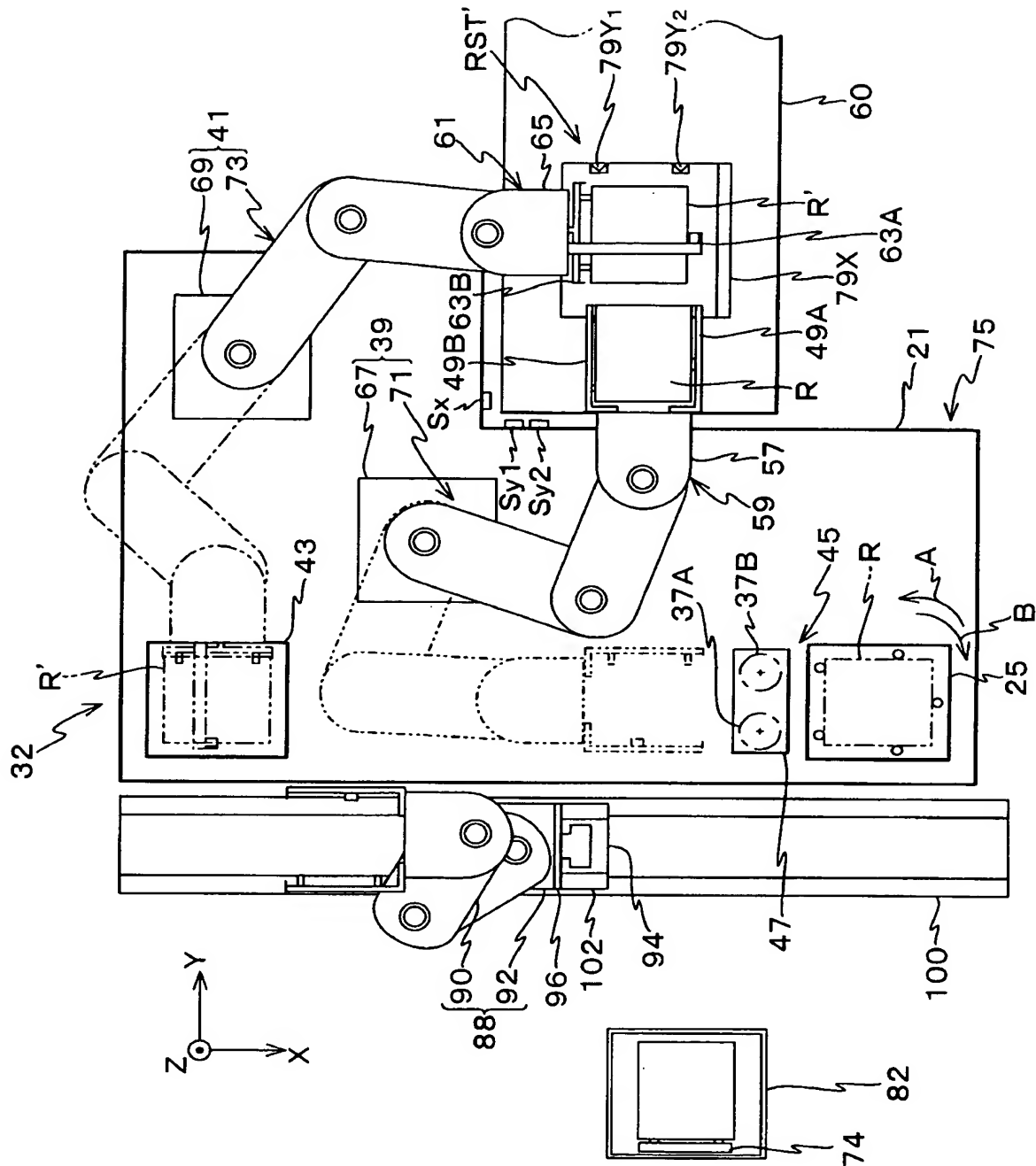
【図 9】

従来のレチクル搬送機構を示す平面図である。

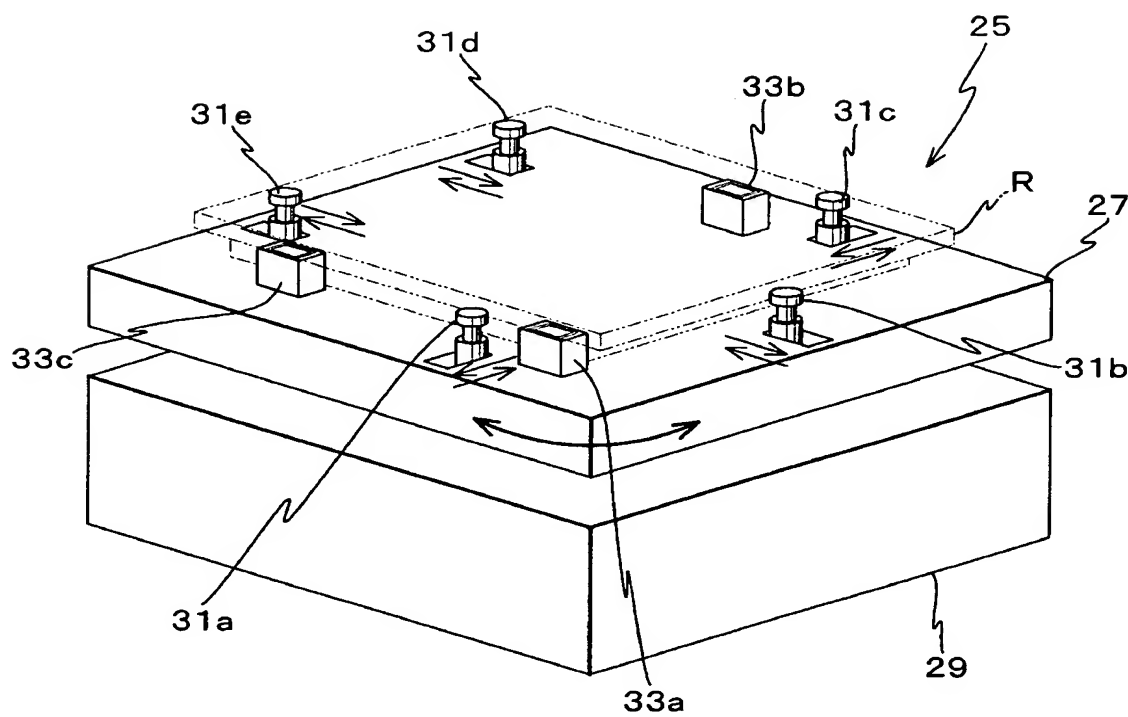
【符号の説明】

1 0…露光装置、2 5…搬入バッファ、3 2…レチクル搬送系 (マスク搬送系)、3 6…本体ボディ、4 3…搬出バッファ、4 5…非接触式位置計測装置、5 0…主制御装置 (制御装置、ステージ制御装置)、7 1…搬入アーム (搬送アーム)、7 3…搬出アーム、7 5…搬送系支持架台、1 3 1…接触式レチクル位置決め装置 (位置決め装置)、R…レチクル (マスク)、R S T…レチクルステージ (マスクステージ)、S x, S y 1, S y 2…計測センサ、W 1, W 2…ウエハ (基板)。

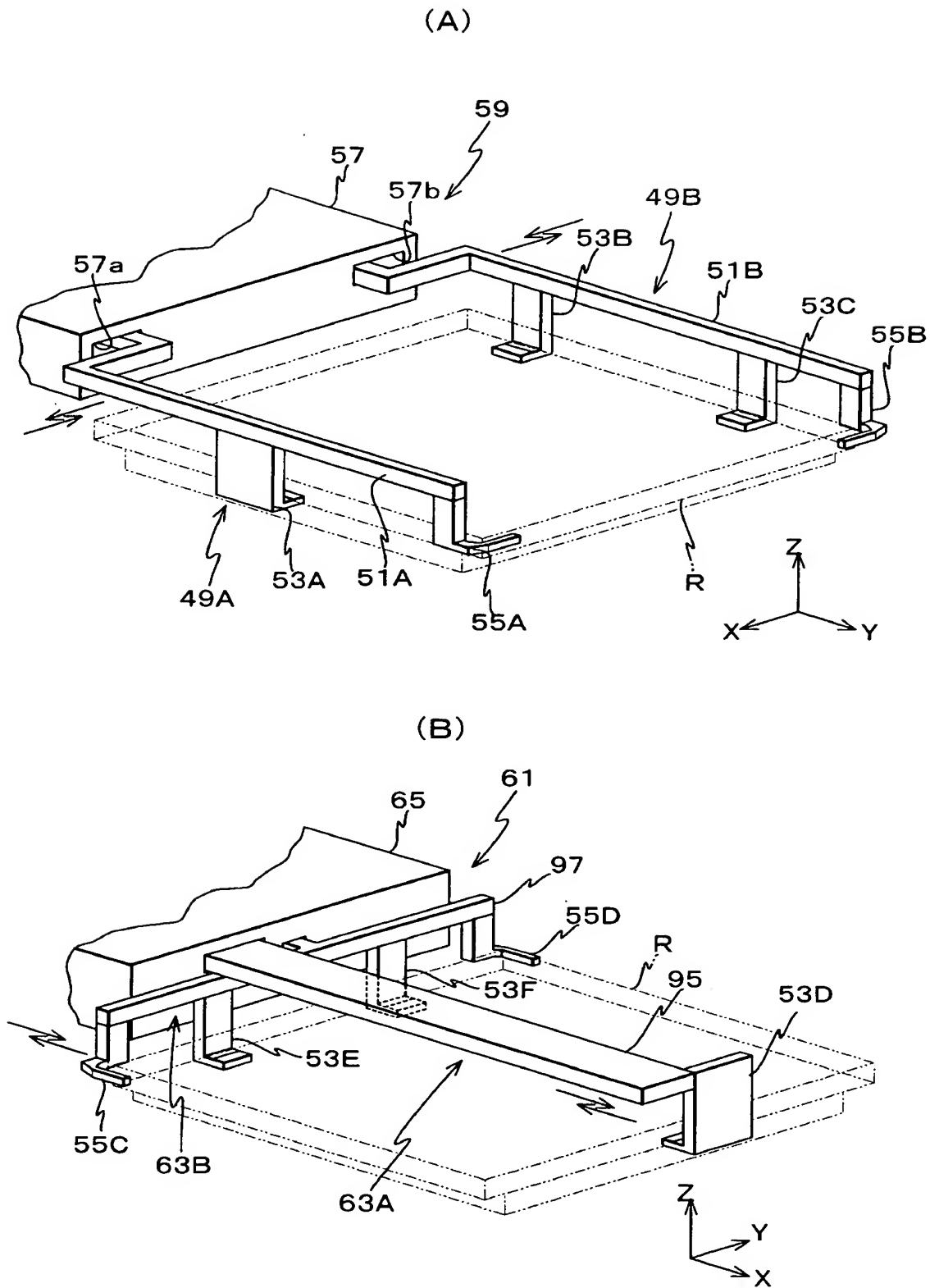
【図 2】



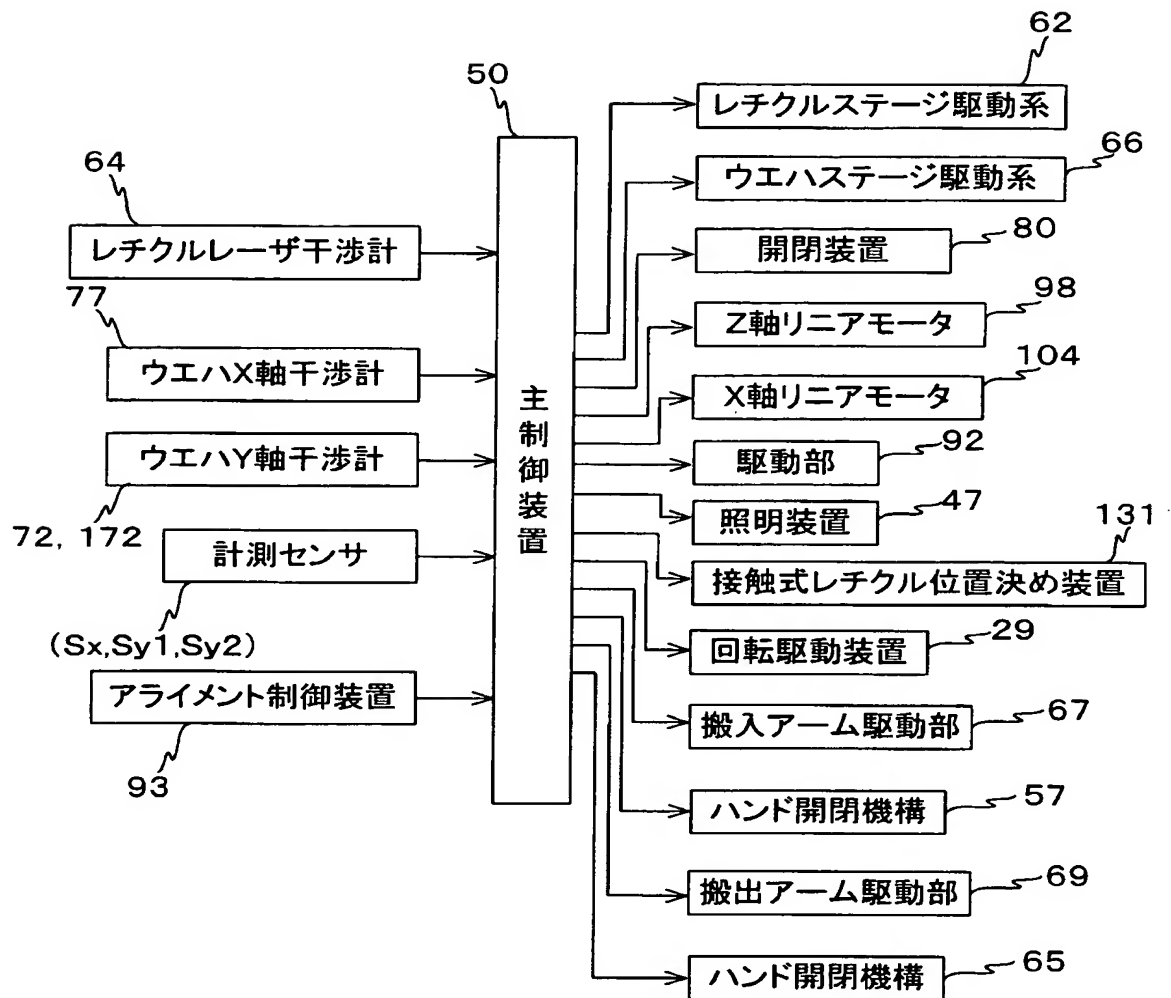
【図 3】



【図 4】

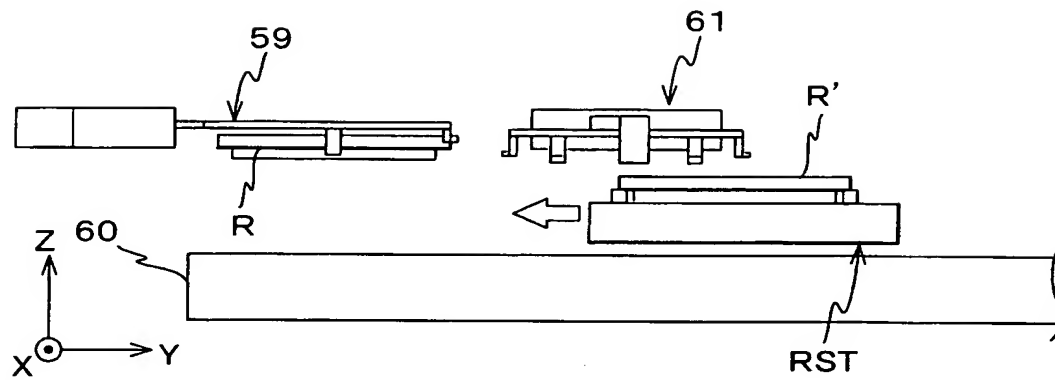


【図 5】

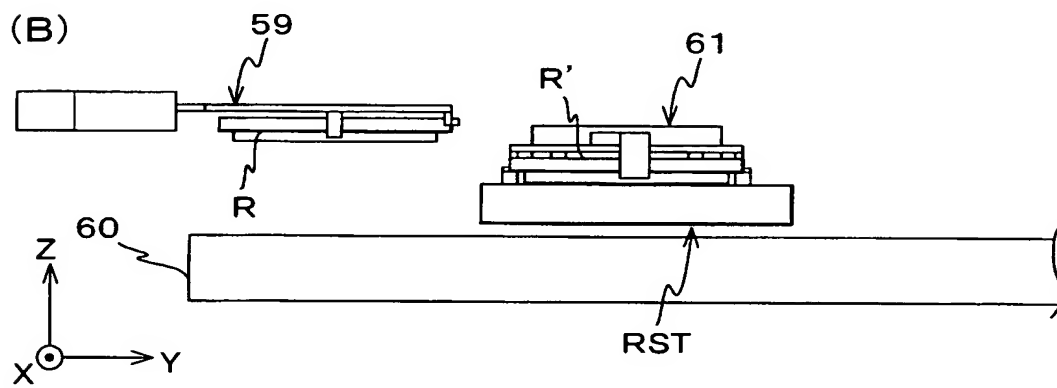


【図 6】

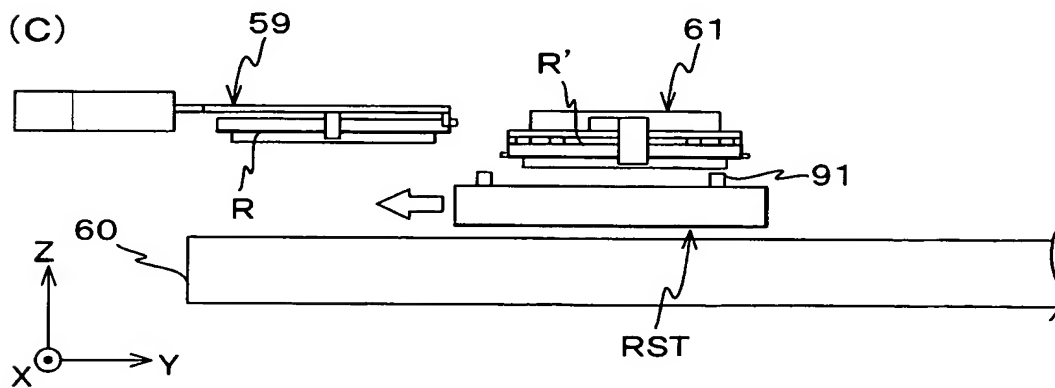
(A)



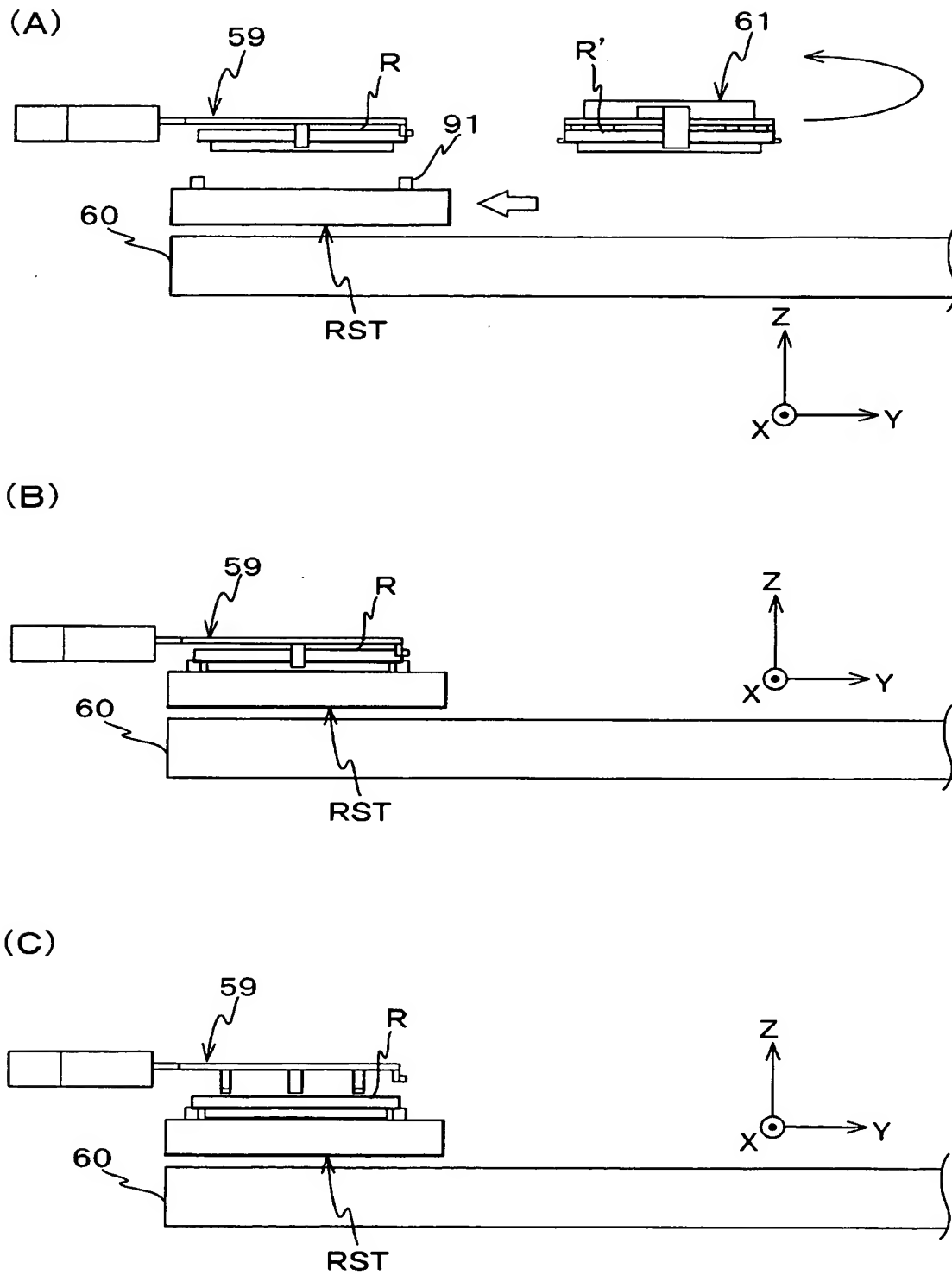
(B)



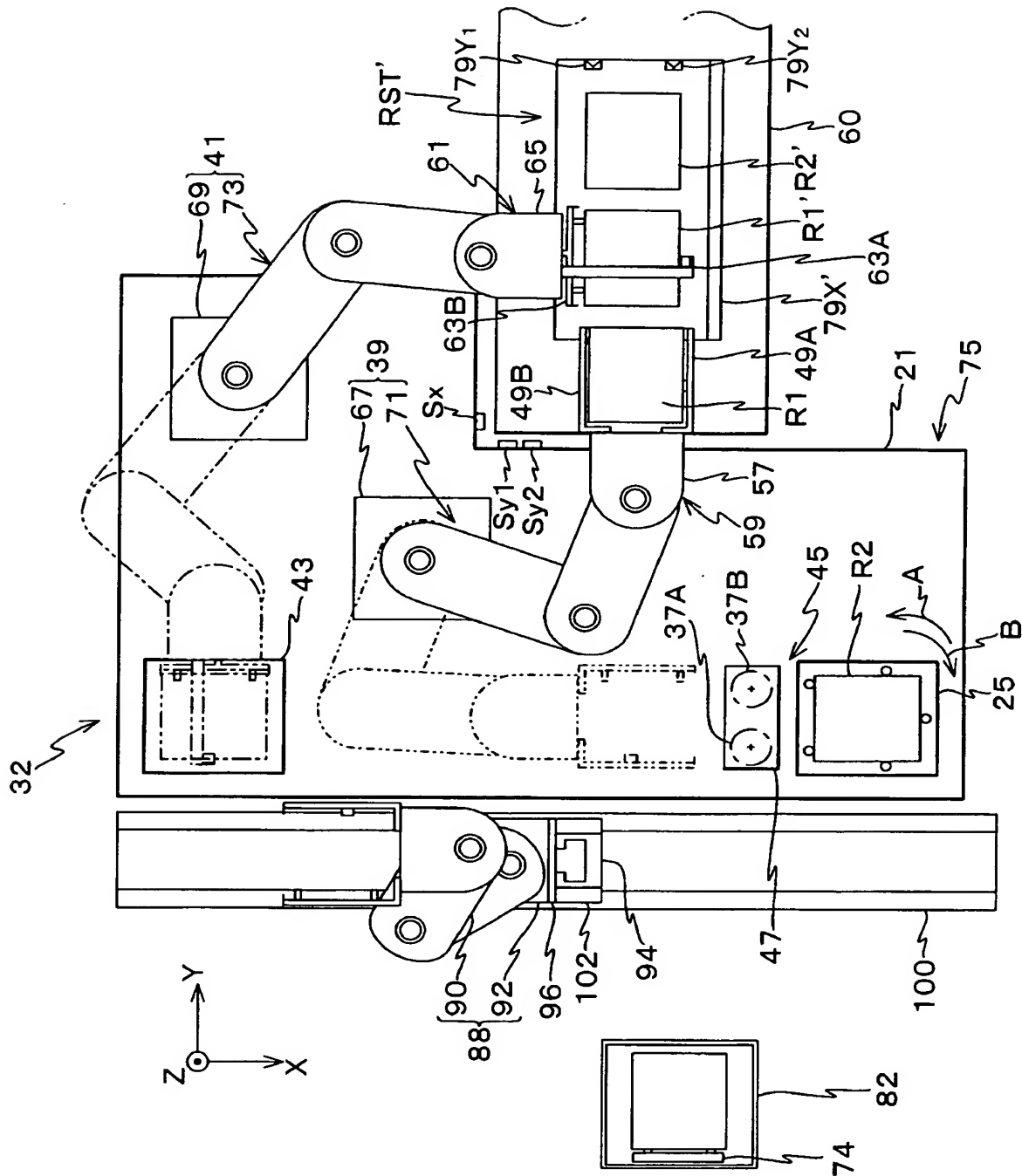
(C)



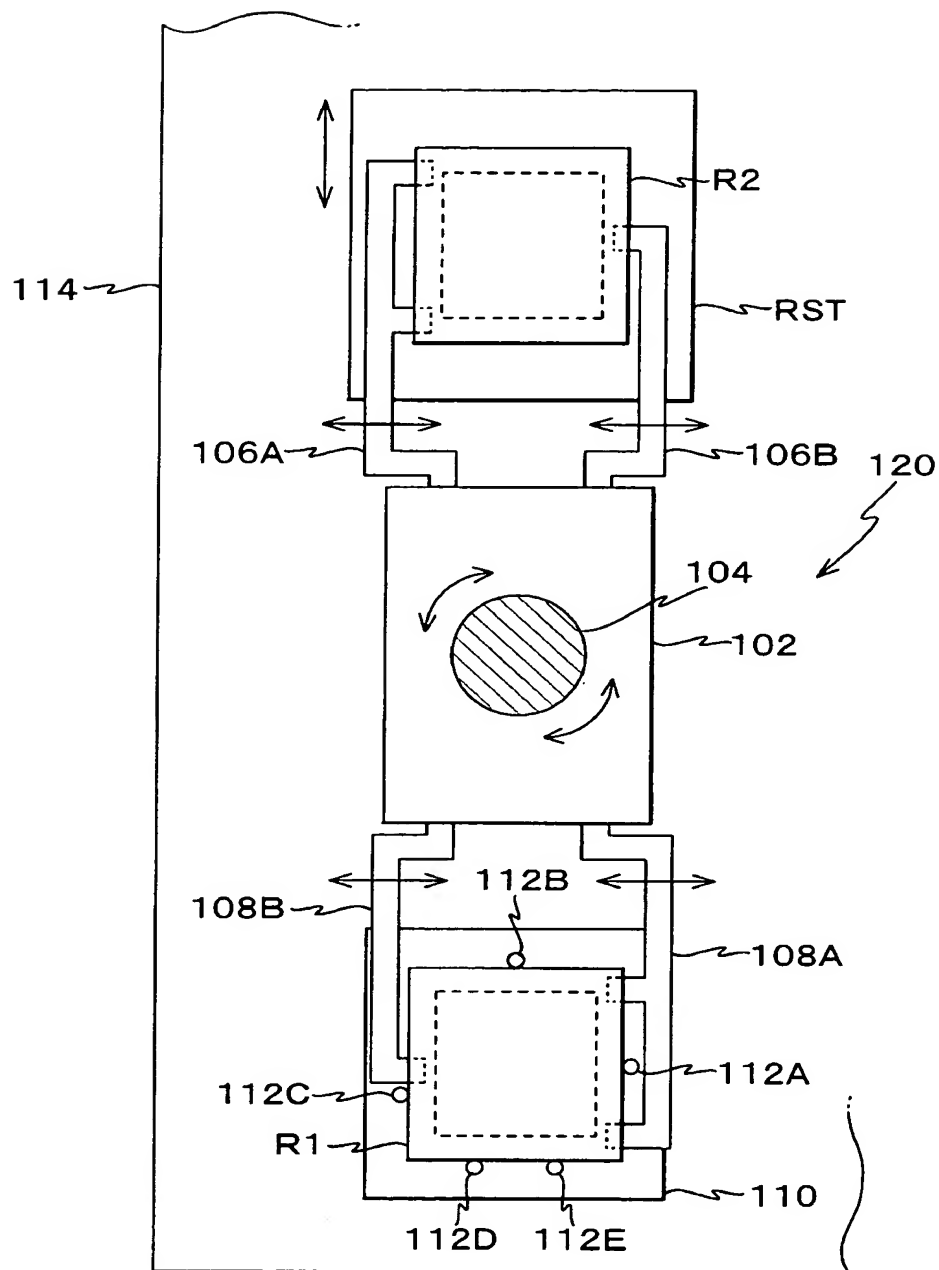
【図 7】



【図 8】



【図 9】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 露光装置におけるスループットの向上を図る。

【解決手段】 レチクルを保持して移動可能なレチクルステージ R S T が、所定の搬出位置にあるときに、搬出アーム 7 3 によるレチクル R' の搬出が行われる。また、搬出アームによりレチクルステージからレチクル R' が離間されると同時又はその直後に、レチクルステージが所定の搬入位置に移動し、該搬入位置にて、搬入アーム 7 1 によるレチクルステージに対するレチクル R の搬入が行われる。これにより、搬出アームが搬出位置から完全に退避する前に、レチクルステージに対するレチクルの搬入を行うことが可能となるので、レチクルの搬出とレチクルの搬入との間の空き時間を短縮することができる。従って、レチクル交換に要する時間の短縮により、露光装置におけるスループットの向上を図ることができる。

【選択図】 図 2

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 1 - 2 4 8 7 9 7
受付番号	5 0 1 0 1 2 1 2 3 8 1
書類名	特許願
担当官	第五担当上席 0 0 9 4
作成日	平成 1 3 年 8 月 2 2 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】 平成13年 8月20日

次頁無

特願 2 0 0 1 - 2 4 8 7 9 7

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 4 1 1 2]

1. 変更年月日 1 9 9 0 年 8 月 2 9 日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都千代田区丸の内 3 丁目 2 番 3 号

氏 名 株式会社ニコン

特願 2 0 0 1 - 2 4 8 7 9 7

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[5 9 3 1 5 2 6 6 1]

1. 変更年月日

1 9 9 3 年 8 月 1 2 日

[変更理由]

新規登録

住 所

宮城県名取市田高字原 2 7 7 番地

氏 名

株式会社仙台ニコン